



REC'D 29 JUN 2000

WIPO PCT

САВЕЗНА РЕПУБЛИКА ЈУГОСЛАВИЈА

Савезно министарство за развој, науку и животну средину
САВЕЗНИ ЗАВОД ЗА ИНТЕЛЕКТУАЛНУ СВОЈИНУ

4 2/Priority
Doc.

**УВЕРЕЊЕ
О ПОДНЕТОЈ ПРИЈАВИ ЗА ЗАШТИТУ ПРОНАЛАСКА**

Прокин Милан, Др. Агостина Нета 76/64, 11070 Нови Београд, Југославија и
Цветиновић Миленко, Саве Ковачевића 36а, 11000 Београд, Југославија

поднели су Савезном заводу за интелектуалну својину пријаву којом траже да се у
Савезној Републици Југославији патентом заштити проналазак под називом:

"Мостни појачавач са подизачем напона "

Ова пријава, са својим прилозима, примљена је 29. јуна 1999. године и заведена
је под бројем П – 308/99.

Савезни завод за интелектуалну својину овим потврђује да је приложени препис
наведене пријаве и њених прилога веран оригиналу.

Издато у Савезном заводу за интелектуалну својину,
дана 7. јуна 2000. године, под бројем 308/99/1.

Директор
Б. Радосављевић
мр Љубинка Радосављевић, дипл. инг.

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

ЗАХТЕВ ЗА ПРИЗНАЊЕ ПАТЕНТА

6413P

1. Подносилац пријаве: (71)	
1. PROKIN Dr MILAN, Dr Agostina Neta 76/64, 11070 Novi Beograd 2. CVETINOVIĆ Dr MILENKO, Save Kovačevića 36A, 11000 Beograd	
2. Пуномоћник: (74)	
Zoran Živković Djуре Salaja 7, Beograd	
3. Назив проналаска: (54)	
MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA	
Назив проналаска на енглеском језику:	
4. Проналазач: (72)	
1. PROKIN Dr MILAN, Dr Agostina Neta 76/64, 11070 Novi Beograd 2. CVETINOVIĆ Dr MILENKO, Save Kovačevića 36A, <input checked="" type="checkbox"/> Проналазач не жели да буде наведен у пријави 11000 Beograd	
5. Право првенства: (30)	
6. Број основне пријаве: (61)	7. Број првобитне пријаве: (62)
8. Прилози:	
<input checked="" type="checkbox"/> Изјава о основу стицања права на подношење пријаве	<input checked="" type="checkbox"/> Подаци о осталим проналазачима
<input checked="" type="checkbox"/> Подаци о осталим подносиоцима пријаве	<input checked="" type="checkbox"/> Изјава о заједничком представнику
<input checked="" type="checkbox"/> Изјава проналазача да не жели да буде наведен у пријави	<input checked="" type="checkbox"/> Потврда о излагању проналаска на међународној изложби
<input checked="" type="checkbox"/> Доказ о депоновању биолошког материјала	<input checked="" type="checkbox"/> Пуномоћје
<input checked="" type="checkbox"/> Оверен препис праве пријаве	<input checked="" type="checkbox"/> Доказ о уплаћеној такси
9. Подаци о пријави:	
Број страница описа: <input type="text" value="19"/>	
Број патентних захтева: <input type="text" value="32"/>	
Број слика нацрта: <input type="text" value="28"/>	
Апстракт <input checked="" type="checkbox"/>	
10. STAMENKOVIĆ ŽIVKOVIĆ ZORAN ŽIVKOVIĆ, pat. ing 11000 BEOGRAD, Djуре Salaja 7 <i>Zoran Živković</i>	
Датум пријема:	Утврђени датум подношења: (22)
29 JUN 1999	29. 6. 1999
Број пријаве:	(21)
П-3 08199	

Попуњава подносилац пријаве

Попуњава Завод

Milan Prokin

Cvetinović Milenko

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

Ovaj pronalazak spada u oblast pojačavača, a posebno audio pojačavača i invertora za pogon elektromotora.

Ovim pronalaskom rešava se problem pojačanja signala čija se učestanost menja u širokom opsegu, teoretski od nulte učestanosti do neke predefinisane učestanosti, upotrebom minimalnog broja elektronskih komponenata, tako da se obezbede: maksimalna snaga potrošača, višestruko veća od snage koju je moguće obezbediti na istom potrošaču iz istog izvora za napajanje upotrebom postojećih pojačavača svih klasa bez prekidačkog izvora za napajanje sa podizanjem napona, minimalna izobličenja, maksimalna efikasnost, eliminacija hladnjaka, eliminisanje radijacionih i konduktivnih smetnji, maksimalno potiskivanje smetnji iz izvora za napajanje, pouzdana zaštita od prenapona iz izvora za napajanje i minimalni gabariti. Ovaj tehnički problem rešen je novim mostnim pojačavačem sa podizačem napona, u daljem tekstu BB pojačavač ("boost bridge amplifier") prema opisu koji sledi.

Prethodno stanje tehnike obuhvata samo pojačavače sa potrošačem na izlazu (Slika 1), a ne obuhvata pojačavače sa potrošačem na ulazu (Slike 2, 3 i 4), direktno vezanom na izvor za napajanje.

Različite varijante prekidačkih pojačavača u klasi D za jednofazni potrošač (na primer, zvučnik sa jednim namotajem) su opisani u sledećim U.S.Patentima: 3,585,517 izdatom juna 1971. pronalazaču R.B.Herbertu (Slika 6), 4,649,565 izdatom mar., 1987. pronalazaču A.J.M.Kaizer i ostalima (Slika 5), i Re. 33,333 izdatom sep. 11, 1990. pronalazaču W.E.Taylor, Jr. i ostalima.

Pojačavač u klasi D za dvofazni potrošač (na primer, zvučnik sa dva uzemljena namotaja) je opisan u U.S.Patentu 4,360,707, izdatom nov. 1982. pronalazaču J.R.Joseph i ostalima.

Izlazni LC filter pojačavača u klasi D, koji se koristi za rekonstrukciju pojačanog signala na izlazu prekidačkog mosta, zahteva veliki broj komponenata velikih dimenzija, čime se povećavaju cena i gabariti pojačavača u klasi D.

Ako je pojačavač opterećen potrošačem za koji izlazni LC filter nije projektovan, amplitudska karakteristika pojačavača će znatno odstupati od

projektovane. Za manju otpornost potrošača od projektovane, odziv pojačavača će biti manji od projektovanog. Za veću otpornost potrošača od projektovane, odziv pojačavača će biti veći od projektovanog. U slučaju neopterećenog pojačavača, pri radu u okolini učestanosti paralelne rezonance izlaznog LC filtra, na izlazu filtra se generiše ekstremno visok napon, koji može dovesti do proboja filtarskih kondenzatora.

Međutim, najčešće korišćeni potrošači, kao što su elektrodinamički zvučnici, asinhroni elektromotori i elektromotori jednosmerne struje bez četkica, se odlikuju značajnom induktivnošću namotaja u odnosu na otpornost, tako da su potpuno neprilagođeni za direktno povezivanje na izlazne LC filtre koji se projektuju za čisto otporan potrošač. Stručnjaci iz ove oblasti rešavaju ovakav problem upotrebom Sobel-ovog filtra paralelno vezanog induktivnom potrošaču, čime ukupna impedansa postaje čisto otporna na svim učestanostima od interesa. Sobel-ov filter se sastoji od redne veze otpornika iste vrednosti kao otpornost namotaja potrošača i specijalno izabranog kondenzatora koji poništava efekat induktivnosti potrošača. Međutim, ovakvo rešenje znatno povećava disipaciju na prekidačkom mostu, jer je manja impedansa priključena paralelno na izlaz pojačavača.

Izlazni LC filter audio pojačavača i brzo reagujućih elektromotornih pogona se odlikuje relativno malom impedansom filtarskih induktivnosti, čime se povećava talasnost struje kroz prekidače u prekidačkom mostu, a time i disipacija na njima i otpornostima filtarskih induktivnosti.

Ulazni LC filter pojačavača u klasi D, koji se koristi za smanjenje unošenja konduktivnih EMI smetnji iz prekidačkog mosta u kabl do izvora za napajanje, zahteva komponente velikih dimenzija, čime se povećavaju cena i gabariti pojačavača u klasi D.

Projektovanje ulaznog LC filtra zahteva posebnu pažnju zbog međusobnog uticaja njegove izlazne impedanse i ulazne impedanse prekidačkog mosta, da bi se izbegle oscilacije napona na prekidačkom mostu.

Poseban problem koji se javlja pri radu pojačavača u klasi D sa pozitivnim i negativnim napajanjem je "bežanje" napona napajanja pri pojačavanju signala na niskim učestanostima. U toku pozitivne poluperiode ulaznog signala, posmatrani prekidač je veći deo vremena uključen i snaga se predaje potrošaču i delimično akumulira u filtarskoj induktivnosti. U toku negativne poluperiode, posmatrani prekidač je veći deo vremena isključen, i struja filtarske induktivnosti se vraća u izvor za napajanje kroz diodu antiparalelnu posmatranom prekidaču. Na taj način se u toku pozitivne poluperiode ulaznog signala smanjuje napon pozitivne baterije, a u toku

negativne poluperiode se povećava. Imajući u vidu da je većina izvora za napajanje napravljena tako da daje, a ne da prima struju, povećanje napona zahteva upotrebu velikih kondenzatora ili specijalnih kola za zaštitu u izvoru za napajanje.

Detaljnija diskusija problematike postojećih pojačavača u klasi D su date u aplikacionim notama: AN1042 "High Fidelity Switching Audio Amplifiers Using TMOS Power MOSFETs" firme Motorola Semiconductor iz 1989. godine, AN1013 "Mono Class-D Amplifiers" firme SGS-Thomson Microelectronics iz 1998. godine, AN9525 "Class-D Audio II Evaluation Board" firme Harris Semiconductor iz 1996. godine, SLOU032A "TPA005D02 Class D Stereo Audio Power Amplifier Evaluation Module User's Guide" i "A Real Analysis of the Power Behind Audio Power Amplifier Systems" firme Texas Instruments iz 1998. godine.

Standardna verzija pojačavača koja se sastoji od prekidačkog izvora za napajanje sa podizanjem napona ("boost" konvertor) (Slika 8) povezanog na pojačavač u klasi D (Slika 9), kao i njegova modifikovana verzija, tj. prekidački pojačavač napravljen od dva prekidačka izvora za napajanje sa podizanjem napona i jednofaznim potrošačem na izlazu (Slika 10), su opisani u U.S. Patentu 4,186,437 izdatom jan., 1980. pronalazaču S.M.Čuk, i radu: R.O.Caceres i I.Barbi, "A Boost DC-AC Converter: Analysis, Design, and Experimentation", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 14, No. 1, pp. 134-141, jan. 1999. Dok se standardna verzija koristi u audio pojačavačima, njena modifikovana verzija zahteva vrlo male induktivnosti i kondenzatore za reprodukciju audio učestanosti, što dovodi do velike talasnosti struje kroz prekidače i velike talasnosti napona na izlazu, čime se znatno smanjuje efikasnost pojačavača. Povratna spreaga je takođe složena i zahteva merenje struje kroz induktivnosti i napona na izlaznim kondenzatorima. U slučaju nestabilnosti u kolu povratne sprege, izlazni napon nije ograničen, i može dovesti do proboja prekidača.

Linearni puš-pul pojačavači za dvofazni potrošač (na primer, zvučnik sa dva uzemljena namotaja) su opisani u sledećim U.S. Patentima: 4,130,725, izdatom dec. 1978. pronalazaču M.J.Nagel, 4,201,886, izdatom maja 1980. pronalazaču M.J.Nagel, i 4,220,832, izdatom sep. 1980. pronalazaču M.J.Nagel.

Linearni pojačavač u klasi AB za dvofazni potrošač (na primer, zvučnik sa dva uzemljena namotaja) sa promenljivim izvorom za napajanje je opisan u U.S. Patentu 5,748,753, izdatom maja 1998. pronalazaču R.W.Carver.

Osnovni problem svih postojećih linearnih pojačavača u klasama A, B i AB je generisanje toplote i mala efikasnost, što dovodi do povećane potrošnje iz izvora za napajanje, što je od posebnog interesa u baterijski napajanim

uredajima u automobilima, prenosnim kompjuterima, radio-aparatima, kasetofonima i diskmenima.

Problemi generisanja konduktivnih i radijacionih EMI smetnji bez obzira na upotrebu ulaznih i izlaznih LC filtara u prekidačkim pojačavačima (invertorima) za trofazni potrošač (na primer, asinhroni elektromotor ili jednosmerni elektromotor bez četkica) su prikazani u U.S.Patentu 5,661,390 izdatom avg., 1997. pronalazaču T.A.Lipo i ostalima (Slika 7), kao i u radu D.A.Rendusara i P.N.Enjeti, "An Improved Inverter Output Filter Configuration Reduces Common and Differential Modes dv/dt at the Motor Terminals in PWM Drive Systems", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol.13, No.6, pp.1135-1143, nov. 1998.

Prvi predmet ovog pronalaska je da obezbedi nov mostni pojačavač sa podizačem napona kod koga je jedno- ili višefazni potrošač direktno vezan na izvor za napajanje, sa jedne strane, i odgovarajući prekidački most, sa druge strane, a ovaj na mostni kondenzator.

Drugi predmet ovog pronalaska je da obezbedi isti pojačavač kao prethodni, s tim što je između jedno- ili višefaznog potrošača i odgovarajućeg prekidačkog mosta povezan odgovarajući izlazni filter.

Treći predmet ovog pronalaska je da obezbedi mostni pojačavač sa podizačem napona, kod koga je jedno- ili višefazni potrošač takođe direktno vezan na izvor za napajanje sa jedne strane, i odgovarajući prekidački most sa druge strane, pri čemu je mostni kondenzator vezan između odgovarajućeg prekidačkog mosta i kraja pomenutog potrošača povezanog na izvor za napajanje.

Ostali predmeti ovog pronalaska i njihova pogodna ostvarenja biće detaljno opisani u nastavku koji sledi uz pozivanje na nacrt na kome:

Slika 1 predstavlja blok dijagram pojačavača u klasi D, prema stanju tehnike.

Slika 2 predstavlja blok dijagram mostnog pojačavača sa podizačem napona (u daljem tekstu BB pojačavača) i mostnim kondenzatorom vezanim na krajeve prekidačkog mosta, prema ovom pronalasku.

Slika 3 predstavlja blok dijagram BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom vezanim na krajeve prekidačkog mosta, ulaznim i izlaznim filtrima, prema ovom pronalasku.

Slika 4 predstavlja blok dijagram BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom vezanim između prekidačkog mosta i izvora za napajanje, prema ovom pronalasku.

Slika 5 je šema pojačavača u klasi D sa ulaznim i izlaznim filtrima i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 6 je šema pojačavača u klasi D sa ulaznim i izlaznim filtrima i dvofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 7 je šema pojačavača u klasi D sa ulaznim i izlaznim filtrima i trofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 8 je šema izvora za napajanje sa podizanjem napona i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 9 je šema izvora za napajanje sa podizanjem napona povezana sa pojačavačem u klasi D i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 10 je šema pojačavača napravljenog od dva prekidačka izvora za napajanje sa podizanjem napona i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike.

Slika 11 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta i jednofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2.

Slika 12 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta i dvofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2.

Slika 13 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta i trofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2.

Slika 14 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim L filtrom i jednofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 15 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim L filtrom i dvofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 16 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim L filtrom i trofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 17 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim LC filtrom i jednofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 18 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim LC filtrom i dvofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 19 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, izlaznim LC filtrom i trofaznim potrošačem,

prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 3.

Slika 20 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim između prekidačkog mosta i izvora za napajanje, i jednofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 4.

Slika 21 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim između prekidačkog mosta i izvora za napajanje, i dvofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 4.

Slika 22 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim između prekidačkog mosta i izvora za napajanje, i trofaznim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 4.

Slika 23 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, dvofaznim glavnim potrošačem, i jednofaznim dodatnim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća BB pojačavaču sa Slike 12.

Slika 24 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, dvofaznim glavnim potrošačem, i jednofaznim dodatnim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća BB pojačavaču sa Slike 15.

Slika 25 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, dvofaznim glavnim potrošačem, i jednofaznim dodatnim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća BB pojačavaču sa Slike 18.

Slika 26 je šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom povezanim na priključke prekidačkog mosta, dvofaznim glavnim potrošačem, i jednofaznim dodatnim potrošačem, prema ovom pronalasku, odgovarajuća BB pojačavaču sa Slike 21.

Slika 27 je šema BB pojačavača sa Slike 15 modifikovana sa ulaznim filtrom između izvora za napajanje i potrošača.

Slika 28 je šema BB pojačavača sa Slike 13 modifikovana sa pomerenim izvorom za napajanje, da bi se omogućilo uzemljenje potrošača.

Na slici 1 prikazan je blok dijagram postojećeg pojačavača u klasi D. Izvor za napajanje 1 je povezan na ulaz ulaznog filtra 2. Izlaz ulaznog filtra 2 je povezan na ulaz prekidačkog mosta 3. Rad prekidačkog mosta 3 kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM. Izlaz prekidačkog mosta 3 je povezan na ulaz izlaznog filtra 4. Izlaz izlaznog filtra 4 je povezan na priključke potrošača 5.

Na slici 2 prikazan je blok dijagram mostnog pojačavača sa podizačem napona (BB pojačavača) prema ovom pronalasku. Izvor za napajanje 1 je povezan

na ulaz potrošača 5. Izlaz potrošača 5 je povezan na ulaz prekidačkog mosta 3. Rad prekidačkog mosta 3 kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM. Izlaz prekidačkog mosta 3 je povezan na mostni kondenzator 6. Ovakva realizacija potpuno eliminiše ulazni filter 2 i izlazni filter 4, a potrošač 5 vezuje direktno na izvor za napajanje 1, i omogućava postizanje višestruko veće snage na potrošaču 5 zahvaljujući dodatnom napajanju prekidačkog mosta 3 iz mostnog kondenzatora 6. Konduktivne i radijacione EMI smetnje su znatno smanjene u odnosu na pojačavač u klasi D. Ovakva realizacija omogućava nisku cenu, male gabarite pojačavača i nizak nivo EMI smetnji.

Na slici 3 prikazan je blok dijagram BB pojačavača prema ovom pronalasku. Izvor za napajanje 1 je povezan na ulaz potrošača 5. Izlaz potrošača 5 je povezan na ulaz izlaznog filtra 4. Izlaz izlaznog filtra 4 je povezan na ulaz prekidačkog mosta 3. Rad prekidačkog mosta 3 kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM. Izlaz prekidačkog mosta 3 je povezan na mostni kondenzator 6. Ovakva realizacija potpuno eliminiše ulazni filter 2 i znatno redukuje izlazni filter 4, potrošač 5 direktno vezuje na izvor za napajanje 1, i omogućava postizanje višestruko veće snage na potrošaču 5 zahvaljujući dodatnom napajanju prekidačkog mosta 3 iz mostnog kondenzatora 6. Ovakva realizacija se koristi za dodatno smanjenje konduktivnih i radijacionih EMI smetnji na zanemarljiv nivo u odnosu na pojačavač u klasi D. Ovakva realizacija omogućava ekstremno nizak nivo EMI smetnji, uz nešto povećanu cenu i gabarite pojačavača.

Na slici 4 prikazan je blok dijagram BB pojačavača prema ovom pronalasku. Izvor za napajanje 1 je povezan na ulaz potrošača 5. Izlaz potrošača 5 je povezan na ulaz prekidačkog mosta 3. Rad prekidačkog mosta 3 kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM. Izlaz prekidačkog mosta 3 je povezan na mostni kondenzator 6. Mostni kondenzator 6 je takode povezan na izvor za napajanje 1. Ovakva realizacija potpuno eliminiše ulazni filter 2 i izlazni filter 4, potrošač 5 vezuje direktno sa izvorom za napajanje 1, i omogućava postizanje višestruko veće snage na potrošaču zahvaljujući dodatnom napajanju prekidačkog mosta 3 iz mostnog kondenzatora 6. Konduktivne i radijacione EMI smetnje su nešto smanjene u odnosu na pojačavač u klasi D. Ovakva realizacija omogućava ekstremno nisku cenu pojačavača i ekstremno male gabarite, uz nešto povećane EMI smetnje u odnosu na realizaciju sa Slike 2.

Slike 5, 6 i 7 su šeme pojačavača u klasi D sa ulaznim i izlaznim filtrima i jednofaznim, dvofaznim, odnosno trofaznim potrošačem na izlazu, respektivno, prema stanju tehnike. Smetnje iz izvora za napajanje 1 se filtriraju u ulaznom filteru 2. Prekidački most 3 uzima impulsnu struju iz

ulaznog filtra 2, generišući pri tome visok nivo konduktivnih i radijacionih EMI smetnji, naročito u slučaju dugačkih kablova između izvora za napajanje 1 i ulaznog filtra 2. Između prekidačkog mosta 3 i potrošača 5 se povezuje izlazni filter 4 koji služi za filtriranje smetnji i smanjenje talasnosti napona na potrošaču 5. U slučaju kratkih kablova između prekidačkog mosta 3 i potrošača 5, u nekim slučajevima je moguće eliminisati izlazni filter 4, na račun znatno povećanih konduktivnih i radijacionih EMI smetnji.

Slika 8 je standardna šema izvora za napajanje sa podizanjem napona ("boost" konvertor) i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike. Ako se umesto potrošača na izlaz poveže pojačavač u klasi D sa Slike 6, dobija se pojačavač sa Slike 9. Prikazano rešenje je složeno i zahteva veliki broj prekidača i složenu kontrolnu elektroniku.

Slika 10 prikazuje šemu prekidačkog pojačavača napravljenog od dva prekidača izvora za napajanje sa podizanjem napona i jednofaznim potrošačem na izlazu, prema stanju tehnike. Prikazano rešenje smanjuje broj prekidača sa Slike 9 na račun povećanja složenosti kontrolne elektronike i naročito naponsko-strujnog opterećenja prekidača. Naime, u odsustvu modulacionog signala, napon na prekidačima dostiže dvostruku vrednost napona izvora za napajanje 1, dok u toku rada može dostići višestruku vrednost napona izvora za napajanje 1, što zahteva vrlo složenu i preciznu povratnu spregu i po naponu na kondenzatorima i po struji ulaznih induktivnosti. Takođe, da bi se obezbedila velika brzina promene napona na potrošaču, izlazni kondenzatori i ulazne induktivnosti moraju biti malih vrednosti, što dovodi do vrlo velike talasnosti struje kroz induktivnosti, prekidače i kondenzatore. Oba razloga mnogostruko povećavaju zahteve za maksimalnim naponom i strujom koju prekidači moraju da izdrže, kao i disipaciju na svim elementima u kolu.

Na slici 11 je prikazana šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na priključke prekidačkog mosta 3 i jednofaznim potrošačem 5, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2. Rad prekidačkog mosta 3 kontrolišu impulsno-širinski modulirani kontrolni signali PWM1 i PWM2, koji su tipično kontrafazni, tj. kada je PWM1 aktivan, PWM2 je neaktivan i obrnuto. Međutim, ove signale je moguće kontrolisati i na neki drugi način, tako da je moguće modifikovati funkciju prenosa pojačavača. U daljem objašnjavanju koristiće se najjednostavniji slučaj kontrafaznog generisanja kontrolnih signala PWM1 i PWM2, koji je i najčešći u praksi, i dobro poznat stručnjacima iz ove oblasti.

U toku trajanja impulsa za vreme jedne periode impulsno-širinske modulacije, signal PWM1 je aktivan, a signal PWM2 je neaktivan. U toku

trajanja pauze za vreme iste periode, signal PWM1 je neaktivan, a signal PWM2 je aktivan. Srednja vrednost signala PWM1 u toku jedne periode odgovara vrednosti modulacionog signala, dok srednja vrednost signala PWM2 u toku iste periode odgovara invertovanoj vrednosti modulacionog signala.

Modulator se može realizovati pomoću generatora referentnog trouglastog ili testerastog napona i komparatora koji poredi navedeni referentni napon sa ulaznim naponom koji treba modulirati. Modulator se takođe može realizovati pomoću brojača u koji se upisuje digitalna reč koja odgovara binarnoj vrednosti odbirka ulaznog napona. Sve ove realizacije modulatora su dobro poznate stručnjacima iz ove oblasti.

Za aktivan signal PWM1 uključen je prekidač 31, a isključen prekidač 32, tako da strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, potrošač 5, prekidač 31 i mostni kondenzator 6.

Za aktivan signal PWM2 uključen je prekidač 32, a isključen prekidač 31, tako da strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, potrošač 5 i prekidač 32.

Diode 71 i 72 antiparalelno vezane prekidačima 31 i 32, respektivno, služe za provođenje struje dok su prekidači isključeni. U svrhu prekidača se mogu koristiti bilo koji poluprovodnički prekidači, kao što su bipolarni tranzistori, mosfetovi ili IGBT, zavisno od zahtevane učestanosti kontrolnih signala, struje, napona i disipacije prekidača. Ako se kao prekidači upotrebljavaju MOSFET tranzistori, pomenute diode 71 i 72 predstavljaju parazitne diode MOSFET tranzistora, što je dobro poznato stručnjacima iz ove oblasti.

Ako je srednja vrednost signala PWM1 manja od srednje vrednosti signala PWM2, energija izvora za napajanje 1 se delom disipira na otpornosti prve faze 51 potrošača 5, delom povećava energiju akumuliranu u induktivnosti prve faze 51 potrošača 5 i delom povećava energiju akumuliranu u mostnom kondenzatoru 6.

Ako je srednja vrednost signala PWM1 veća od srednje vrednosti signala PWM2, energija mostnog kondenzatora 6 se delom disipira na otpornosti prve faze 51 potrošača 5, delom smanjuje energiju akumuliranu u induktivnosti prve faze 51 potrošača 5, a delom se vraća u izvor za napajanje 1. Kako je napon na mostnom kondenzatoru 6 veći od napona baterije za napajanje 1, struja kroz potrošač 5 može da promeni smer i obezbedi negativnu poluperiodu korisnog signala.

Međutim, struja kroz potrošač 5 zbog disipacije na potrošaču poseduje jednosmernu komponentu, koja je vrlo mala pri nižim snagama, ali pri višim snagama raste. Ovaj problem se rešava višefaznim BB pojačavačima, uz veliki broj drugih prednosti.

Na slici 12 je prikazana šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na priključke prekidačkog mosta 3 i dvofaznim potrošačem 5, prema ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2. Rad prekidačkog mosta kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM1, PWM2, PWM3 i PWM4, koji su tipično kontrafazni za prekidače na istoj fazi, a vremenski pomereni za 180^0 između faza, tj. kada je PWM1 aktivan, PWM2 je neaktivan, kada je PWM3 aktivan, PWM4 je neaktivan, i obrnuto. Takođe se signal PWM3 aktivira 180^0 posle aktivacije signala PWM1. Drugim rečima, istovremeno su aktivni signali PWM1 i PWM4, a neaktivni PWM2 i PWM3, i obrnuto, kao što je dobro poznato stručnjacima iz ove oblasti.

Za aktivan signal PWM1 uključen je prekidač 31, a isključen prekidač 32, tako da prvo strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, prvu fazu 51 potrošača 5, prekidač 31 i mostni kondenzator 6.

~~Za aktivan signal PWM2 uključen je prekidač 32, a isključen prekidač 31,~~
tako da drugo strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, prvu fazu 51 potrošača 5 i prekidač 32.

Za aktivan signal PWM3 uključen je prekidač 33, a isključen prekidač 34, tako da treće strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, drugu fazu 52 potrošača 5, prekidač 33 i mostni kondenzator 6.

Za aktivan signal PWM4 uključen je prekidač 34 a isključen prekidač 33, tako da četvrto strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, drugu fazu 52 potrošača 5 i prekidač 34.

Diode 71, 72, 73 i 74 antiparalelno vezane prekidačima 31, 32, 33 i 34, respektivno, služe za provođenje struje dok su prekidači isključeni.

Za nultu srednju vrednost modulacionog signala (na primer sinusoidalan signal), srednja vrednost svih kontrolnih signala PWM1, PWM2, PWM3 i PWM4 je identična, tako da su srednje vrednosti, odnosno jednosmerne komponente struja kroz obe faze 51 i 52 potrošača 5 identične i služe dopunjavanju mostnog kondenzatora 6.

Kod većine potrošača, tipa zvučnika sa dva namotaja, induktivnosti obe faze 51 i 52 potrošača 5 su spregnute. Ako su induktivnosti obe faze 51 i 52 potrošača 5 spregnute, srednje vrednosti struja kroz obe faze 51 i 52 potrošača 5 su usmerene od izvora za napajanje 1 prema mostnom kondenzatoru 6, tako da se njihovi fluksevi oduzimaju prema označenim referentnim tačkama. Odatle je srednja vrednost ukupnog fluksa jednaka nuli, tako da je magnetni materijal potrošača 5 znatno bolje iskorišćen nego u rešenju sa Slike 11. Takođe je anulirana i srednja vrednost sile koju te srednje struje izazivaju.

Međutim, modulisane komponente struja kroz prvu fazu 51 i drugu fazu 52 potrošača 5 imaju suprotne smerove u odnosu na izvor za napajanje 1, tako da se njihovi fluksevi sabiraju prema označenim referentnim tačkama. Odatle se sabiraju i modulisane vrednosti sila koju te modulisane struje izazivaju.

Poseban kvalitet predloženog rešenja je praktična neosetljivost na promenu napona izvora za napajanje 1, koja proizvodi identične struje u simetričnim induktivnostima obe faze 51 i 52 potrošača 5, tako da se njihovi fluksevi i sile poništavaju.

Poseban kvalitet predloženog rešenja je i praktična neosetljivost na promenu napona na mostnom kondenzatoru 6, koja proizvodi identične struje u simetričnim induktivnostima obe faze 51 i 52 potrošača 5, tako da se njihovi fluksevi i sile poništavaju.

Na slici 13 je prikazana šema BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 ~~povezanim na priključke prekidačkog mosta 3 i trofaznim potrošačem 5, prema~~ ovom pronalasku, odgovarajuća blok dijagramu sa Slike 2. Rad prekidačkog mosta kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali PWM1, PWM2, PWM3, PWM4, PWM5 i PWM6, koji su tipično kontrafazni za prekidače na istoj fazi, a vremenski pomereni za 120^0 između faza, tj. kada je PWM1 aktivan, PWM2 je neaktivan, kada je PWM3 aktivan, PWM4 je neaktivan, kada je PWM5 aktivan, PWM6 je neaktivan i obrnuto. Takođe se signal PWM5 aktivira 120^0 posle aktivacije signala PWM3, dok se signal PWM3 aktivira 120^0 posle aktivacije signala PWM1, kao što je dobro poznato stručnjacima iz ove oblasti.

Za aktivan signal PWM1 uključen je prekidač 31, a isključen prekidač 32, tako da prvo strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, prvu fazu 51 potrošača 5, prekidač 31 i mostni kondenzator 6.

Za aktivan signal PWM2 uključen je prekidač 32, a isključen prekidač 31, tako da drugo strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, prvu fazu 51 potrošača 5 i prekidač 32.

Za aktivan signal PWM3 uključen je prekidač 33, a isključen prekidač 34, tako da treće strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, drugu fazu 52 potrošača 5, prekidač 33 i mostni kondenzator 6.

Za aktivan signal PWM4 uključen je prekidač 34 a isključen prekidač 33, tako da četvrto strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, drugu fazu 52 potrošača 5 i prekidač 34.

Za aktivan signal PWM5 uključen je prekidač 35, a isključen prekidač 36, tako da peto strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, treću fazu 53 potrošača 5, prekidač 35 i mostni kondenzator 6.

Za aktivan signal PWM6 uključen je prekidač 36 a isključen prekidač 35, tako da šesto strujno kolo obuhvata izvor za napajanje 1, treću fazu 53 potrošača 5 i prekidač 36.

Diode 71, 72, 73, 74, 75 i 76 antiparalelno vezane prekidačima 31, 32, 33, 34, 35 i 36, respektivno, služe za provođenje struje dok su prekidači isključeni.

Za nultu srednju vrednost modulacionog signala (na primer sinusoidalni signal), srednja vrednost svih kontrolnih signala PWM1, PWM2, PWM3, PWM4, PWM5 i PWM6 je identična, tako da su srednje vrednosti, odnosno jednosmerne komponente struja kroz sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5 identične i služe dopunjavanju mostnog kondenzatora 6.

Kod većine potrošača, tipa trofaznih asinhronih elektromotora i trofaznih jednosmernih elektromotora bez četkica, induktivnosti sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5 su spregnute. ~~Ako su induktivnosti sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5 spregnute, srednje vrednosti struja kroz sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5 su usmerene od izvora za napajanje 1 prema mostnom kondenzatoru 6, tako da se njihovi fluksevi oduzimaju prema označenim referentnim tačkama. Odatle je srednja vrednost ukupnog fluksa jednaka nuli, tako da je magnetni materijal potrošača 5 znatno bolje iskorišćen nego u rešenju sa Slike 11. Takođe je anulirana i srednja vrednost sile koju te srednje struje izazivaju.~~

Međutim, modulisane komponente struja kroz prvu fazu 51, drugu fazu 52 i treću fazu 53 potrošača 5 imaju aditivne smerove u odnosu na izvor za napajanje 1, tako da se njihovi fluksevi sabiraju prema označenim referentnim tačkama. Odatle se sabiraju i modulisane vrednosti sile koju te modulisane struje izazivaju.

Poseban kvalitet predloženog rešenja je praktična neosetljivost na promenu napona izvora za napajanje 1, koja proizvodi identične struje u simetričnim induktivnostima sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5, tako da se njihovi fluksevi i sile poništavaju.

Poseban kvalitet predloženog rešenja je i praktična neosetljivost na promenu napona na mostnom kondenzatoru 6, koja proizvodi identične struje u simetričnim induktivnostima sve tri faze 51, 52 i 53 potrošača 5, tako da se njihovi fluksevi i sile poništavaju.

Slike 14, 15 i 16 su šeme BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na priključke prekidačkog mosta 3, izlaznim L filtrom 4 i jednofaznim, dvofaznim, odnosno trofaznim potrošačem 5, respektivno, prema ovom pronalasku, odgovarajuće blok dijagramu sa Slike 3. Izlazni L filter 4 povezan između svake faze potrošača i odgovarajućeg ulaza prekidačkog mosta 3

služi za dodatno filtriranje struje kroz potrošač 5. Izlazni L filter 4 se sastoji od prve filtarske induktivnosti 41 u slučaju jednofaznog potrošača 5, dve filtarske induktivnosti 41 i 42 u slučaju dvofaznog potrošača 5, odnosno tri filtarske induktivnosti 41, 42 i 43 u slučaju trofaznog potrošača 5. Jedan razlog za primenu izlaznog L filtra 4 je relativno mala induktivnost potrošača 5, pri čemu se preporučuje korišćenje toroidalne induktivnosti, radi smanjenja radijacionih smetnji. Drugi razlog za primenu izlaznog L filtra 4 je dodatno slabljenje prostiranja smetnji iz prekidačkog mosta 3, pri čemu se preporučuje korišćenje feritnih perli.

Slike 17, 18 i 19 su šeme BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na priključke prekidačkog mosta 3, izlaznim LC filtrom 4 i jednofaznim, dvofaznim, odnosno trofaznim potrošačem 5, respektivno, prema ovom pronalasku, odgovarajuće blok dijagramu sa Slike 3. Izlazni LC filter 4

~~povezan između svake faze potrošača i odgovarajućeg ulaza prekidačkog mosta 3~~ služi za dodatno filtriranje struje kroz potrošač 5. Izlazni LC filter 4 se sastoji od prve filtarske induktivnosti 41 i prve filtarske kapacitivnosti 81 u slučaju jednofaznog potrošača 5, dve filtarske induktivnosti 41 i 42 i dve filtarske kapacitivnosti 81 i 82 u slučaju dvofaznog potrošača 5, odnosno tri filtarske induktivnosti 41, 42 i 43 i tri filtarske kapacitivnosti 81, 82 i 83 u slučaju trofaznog potrošača 5. Jedan razlog za primenu izlaznog LC filtra 4 je korišćenje dugačkih kablova između BB pojačavača i potrošača 5, pri čemu se preporučuje korišćenje toroidalne induktivnosti, radi smanjenja radijacionih smetnji. Drugi razlog za primenu izlaznog LC filtra 4 je dodatno slabljenje prostiranja smetnji iz prekidačkog mosta 3, pri čemu se preporučuje korišćenje feritnih perli.

Slike 20, 21 i 22 su šeme BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na između prekidačkog mosta 3 i izvora za napajanje 1, i jednofaznim, dvofaznim, odnosno trofaznim potrošačem 5, respektivno, prema ovom pronalasku, odgovarajuće blok dijagramu sa Slike 4. Napon na mostnom kondenzatoru 6 ne prelazi napon izvora za napajanje 1, što omogućava smanjenje gabarita, težine i cene BB pojačavača. Ovo rešenje se ne preporučuje u slučajevima velikih smetnji na izvoru za napajanje, jer bi se one direktno prenosile na prekidački most 3, poništavajući prednosti BB pojačavača nad postojećim pojačavačima u klasi D.

Slike 24, 25, 26 i 27 su šeme BB pojačavača sa mostnim kondenzatorom 6 povezanim na priključke prekidačkog mosta 3, dvofaznim glavnim potrošačem 5, i jednofaznim dodatnim potrošačem 92, prema ovom pronalasku. U audio tehnici se često paralelno sa glavnim zvučnikom povezuje jedan ili više visokotonskih

zvučnika razdvojenih filtarskim kondenzatorima od glavnog zvučnika. BB pojačavač zahteva zvučnik sa dva namotaja kao dvofazni glavni potrošač 5. Međutim, visokotonski zvučnik sa jednim namotajem kao jednofazni dodatni potrošač 92 se može vezati između ulaza prekidačkog mosta 3 preko filtarskog kondenzatora 91.

Slika 27 prikazuje šemu BB pojačavača sa slike 15 modifikovanu sa ulaznim filtrom 2 za dodatno smanjenje konduktivnih EMI smetnji po kablju koji povezuje izvor za napajanje 1 sa potrošačem 5. Ulazni filter 2 je realizovan u vidu klasičnog LC filtra sa ulaznom filtarskom induktivnošću 21 i ulaznim filtarskim kondenzatorom 22. Premda je upotrebljen isti broj elemenata kao u ulaznom filtru 2 postojećih pojačavača u klasi D, vrednosti oba filtrirajuća elementa u ulaznom filtru 2 unutar BB pojačavača su za nekoliko redova veličine manja, jer je talasnost struje, koja prolazi kroz potrošač 5 unutar BB pojačavača, za nekoliko redova veličine manja od talasnosti struje koja prolazi kroz prekidački most 3 postojećih pojačavača u klasi D.

Za razliku od postojećih pojačavača u klasi D, na šemama BB pojačavača je moguće uzemljiti priključak potrošača 5 povezan na izvor za napajanje 1. Na prikazanim Slikama 11 do 27, to znači povezivanje pozitivnog pola izvora za napajanje na masu. U slučaju da se zahteva povezivanje negativnog pola izvora za napajanje 1 na masu, potrebno je povezati negativni pol izvora za napajanje 1 na zajednički priključak svih faza potrošača 5, a pozitivni pol izvora za napajanje 1 prevezati na drugi kraj mostnog kondenzatora 6, što ne menja način rada BB pojačavača. Ovakav način povezivanja je prikazan na Slici 28 na primeru trofaznog potrošača 5.

Dodavanjem identičnih faza, rms snaga BB pojačavača raste linearno sa brojem faza. Međutim, ako se postojeći potrošač podeli na veći broj faza, održavajući na taj način sumarnu impedansu nezavisno od broja faza, rms snaga BB pojačavača raste kvadratno sa brojem faza. Povećanje broja faza na 4, 5 ili koliko je potrebno u zavisnosti od potrošača 5, se obavlja jednostavnim dodavanjem novih prekidača u prekidački most 3, kao što je dobro poznato stručnjacima iz ove oblasti.

Maksimalan napon na mostnom kondenzatoru 6 je ograničen na dvostruku vrednost napona izvora za napajanje 1 bez upotrebe bilo kakve povratne sprege, za razliku od "boost" konvertora gde je ovaj napon neograničen, što bez upotrebe povratne sprege može dovesti do proboja prekidača. Pri punom opterećenju napon na mostnom kondenzatoru 6 pada do $4/3$ napona izvora za napajanje 1, što ograničava maksimalnu kontinualnu snagu (rms snagu) na približno 2 puta veću od rms snage postojećih pojačavača u klasi D, pri istom

naponu izvora za napajanje i istoj impedansi potrošača 5.

Vršni (krest) faktor, kao odnos maksimalne (vršne) snage i kontinualne (rms) snage u decibelima, je veoma važan parametar za audio pojačavače snage. Vršni faktor za sinusoidalni signal je svega 3.01dB, tj. vršna snaga je svega 2 puta veća od rms snage. Analiza različitih muzičkih žanrova, od klasike, preko popa i roka do džeza, pokazuje varijaciju vršnog faktora od minimalno 11dB za pop i rok do maksimalno 21dB za neke klasike i džez, što odgovara odnosu vršne snage i rms snage od minimalno 11.6 do čak maksimalno 126. U audio primeni se može smatrati da je prosečan vršni faktor reda 15dB, odnosno 31.6 puta, za većinu muzičkog sadržaja.

Dakle, pri pojačavanju muzičkog signala, rms snaga je relativno mala, tako da napon na mostnom kondenzatoru 6 dostiže skoro 2 napona napajanja. Odatle je vršna snaga dvofaznog BB pojačavača za muzički signal preko 4 puta ~~veća od vršne snage postojećih pojačavača u klasi D pri istom naponu izvora za~~ napajanje i istoj impedansi potrošača 5. Takođe je za napajanje BB pojačavača, kao i postojećih pojačavača u klasi D, pri pojačavanju muzičkog signala, potrebno 2.5 puta manje snage iz izvora za napajanje 1 u odnosu na postojeće najbolje linearne pojačavače u klasi B i AB, pod uslovima iste izlazne snage.

Primeru radi, u automobilskoj elektronici sa naponom napajanja od 14.4V, impedansom zvučnika od 4oma i izobličenju od 1%, pojačavači u klasi AB postižu svega 19W rms snage i 38W vršne snage, pojačavači u klasi D postižu 21W rms snage i 42W vršne snage, dok BB pojačavač na impedansi zvučnika od 2+2oma redno vezana, postiže rms snagu od 42W i vršnu snagu od 193W.

Primeru radi, u automobilskoj elektronici sa naponom napajanja od 14.4V, impedansom zvučnika od 4oma i izobličenju od 10%, pojačavači u klasi AB postižu 25W rms snage i 40W vršne snage, pojačavači u klasi D postižu 27W rms snage i 45W vršne snage, dok BB pojačavač na impedansi zvučnika od 2+2oma redno vezana, postiže rms snagu od 50W i vršnu snagu od 230W.

Odavde se vidi da je BB pojačavač izuzetno prilagođen pojačanju muzičkog signala, gde pokazuje sve svoje prednosti. Štaviše, standardni zvučnici sa dva namotaja se i prave za veće snage, tako da primena BB pojačavača ne zahteva nikakvu izmenu u postojećoj tehnologiji izrade zvučnika.

Slična situacija važi i u primeni BB pojačavača za elektromotorne pogone. Naime, za bolji odziv u prelaznom režimu, naročito pri ubrzavanju elektromotora je potrebna znatna rezerva snage koja se sa uspehom obezbeđuje iz mostnog kondenzatora 6. U toku normalnog rada, potrebna snaga većine elektromotornih pogona je znatno manja, što odgovara vršnom faktoru od bar 6dB, odnosno 4 puta. Primeru radi, u automobilima sa električnim pogonom se

zahteva vrlo velika snaga pri pokretanju sa mesta i ubrzavanju pri preticanju, za šta je BB pojačavač idealno rešenje. Štaviše, standardni asinhroni elektromotori i jednosmerni motori bez četkica su već spregnuti u tzv. zvezdastu konfiguraciju, tako da primena BB pojačavača ne zahteva nikakvu izmenu u postojećoj tehnologiji izrade elektromotora.

Standardni pojačavači u svim klasama pri prevelikom nivou sinusoidalnog signala na ulazu ograničavaju signal na izlazu odsecanjem vrhova sinusoida, što dovodi do vrlo velikih izobličenja. Za razliku od njih BB pojačavač zahvaljujući spregnutim induktivnostima u potrošaču poseduje znatno manja izobličenja. Naime, u slučaju prevelikog signala na ulazu, struje kroz induktivnosti postaju izobličene na isti način, da je njihova razlika vrlo malo izobličena. Kako je razlika struja proporcionalna sili, na primer za pokretanje membrane zvučnika ili za pokretanje rotora elektromotora to je izobličenje bilo zvuka, bilo ugaone brzine osovine elektromotora vrlo malo.

BB pojačavač obezbeđuje poništavanje visokofrekventnog talasanja (ripla) struje u spregnutim induktivnostima potrošača, čime se obezbeđuje praktično jednosmerna komponenta struje iz izvora za napajanje 1 sa superponiranom učestanošću modulišućeg niskofrekventnog muzičkog signala ili signala za kontrolu elektromotora, koja je ispod opsega učestanosti konduktivnih EMI smetnji. U slučaju da se zahteva dodatno filtriranje struje iz izvora za napajanje 1, može se između izvora za napajanje 1 i BB pojačavača povezati standardni ulazni LC filter 2, prema blok dijagramu sa Slike 3.

BB pojačavač ograničava strujno kolo sa impulsnim strujama na konturu male površine koja povezuje prekidački most 3 i mostni kondenzator 6, čime se drastično smanjuju radijacione smetnje, a potpuno eliminišu konduktivne i radijacione EMI smetnje po kablovima koji povezuje izvor za napajanje 1 i potrošač 5. Strujno kolo sa impulsnom strujom postojećeg pojačavača u klasi D se zatvara kroz ulazni filter 2, kabl i izvor za napajanje 1, čime se povećavaju konduktivne i radijacione EMI smetnje.

Kako moderni personalni računari koriste sve niže napone napajanje za napajanje mikroprocesora i memorija, napon od 12V se koristi praktično samo za napajanje hard diskova i audio pojačavača. Upotrebom BB pojačavača za napajanje elektromotora hard diskova i BB audio pojačavača je moguće potpuno eliminisati napon napajanja od 12V, uz dobre dinamičke osobine u obe primene.

Specijalna osobina BB pojačavača je višestruka upotreba impedanse potrošača 5, dosada neiskorišćena u inženjerskoj praksi:

1. Potrošač 5 smanjuje izobličenja pojačavača usled spregnutih induktivnosti, čime je omogućena upotreba najstandardnije i najekonomičnije

povratne sprege. Merenja su pokazala da su akustičke karakteristike BB pojačavača sa zvučnikom sa dva namotaja identične ili čak nešto bolje od akustičkih karakteristika referentnog laboratorijskog pojačavača u klasi A sa istim zvučnikom sa redno vezanim namotajima radi postizanja iste impedanse.

2. Potrošač 5 predstavlja ulazni filter koji eliminiše uticaj smetnji iz izvora za napajanje 1 na sopstvenu sumarnu struju. Za idealno simetrične

namotaje potrošača 5 teoretski faktor potiskivanja smetnji po naponu napajanja je beskonačan. Pri tome povratna spregra BB pojačavača ima tek sekundarnu ulogu. Time je rešen jedan od osnovnih problema postojećih pojačavača u klasi D, čija povratna spregra obezbeđuje tipičan faktor potiskivanja smetnji napajanja od svega 40dB. Upotreba specijalne komplikovane povratne sprege može povećati ovaj faktor do 60dB, što je odgovarajuće postojećim linearnim pojačavačima u klasama A, B i AB. Ova osobina je naročito važna u automobilskoj elektronici gde su smetnje po napajanju čak za red veličine veće od samog napona napajanja.

3. Potrošač 5 predstavlja izlazni filter koji eliminiše uticaj smetnji iz prekidačkog mosta 3 na sopstvenu sumarnu struju. Time se izbegava gore opisani problem neprilagodene otpornosti potrošača 5 na amplitudsku karakteristiku pojačavača u klasi D koji koristi izlazni LC filter, drastično smanjuju cene i gabariti pojačavača, kao i izobličenja usled odlaska induktivnosti izlaznog LC filtra u zasićenje pri velikim amplitudama signala. Takođe je povećana efikasnost pojačavača smanjenjem talasnosti (ripla) struje kroz prekidače, zahvaljujući upotrebi relativno velike sopstvene induktivnosti potrošača 5 u odnosu na postojeće rešenje sa malim filtarskim induktivnostima u izlaznom LC filtru, a pogotovo u odnosu na rešenje sa upotrebom Sobel-ovog filtra. BB pojačavač pored sopstvene induktivnosti potrošača 5 sa uspehom koristi i parazitnu kapacitivnost između namotaja potrošača 5 kao filtrirajući element.

4. Potrošač 5 ograničava struju punjenja mostnog kondenzatora 6 pri uključenju napajanja i naglim promenama napona napajanja zahvaljujući sopstvenoj otpornosti, čak i kada su svi prekidači u prekidačkom mostu 3 isključeni, za razliku od postojećih "boost" konvertora gde je ova struja ograničena samo vrlo malom parazitnom otpornošću ulazne induktivnosti.

5. Potrošač 5 ograničava struju kroz Zener diodu ili sličan ograničavač napona vezan paralelno sa mostnim kondenzatorom 6, zahvaljujući sopstvenoj otpornosti, čak i kada su svi prekidači u prekidačkom mostu 3 isključeni, za razliku od postojećih "boost" konvertora gde je ova struja ograničena samo vrlo malom parazitnom otpornošću ulazne induktivnosti. Ovo je naročito važno u automobilskoj elektronici, gde se pri prekidanju veze između alternatora i

akumulatora, generiše impuls velike energije, tzv. "load dump" napona do 80V i trajanja do 0.5s.

Sumarne karakteristike BB pojačavača u odnosu na postojeća rešenja na primeru dvofaznog BB pojačavača pri reprodukciji muzičkog signala su:

- Povećanje maksimalne kontinualne (rms) snage do 2 puta za istu sumarnu impedansu potrošača 5 i napon izvora za napajanje 1;
- Povećanje maksimalne (vršne) snage do 4 puta za istu sumarnu impedansu potrošača 5 i napon izvora za napajanje 1;
- Smanjenje izobličenja pri istoj rms i vršnoj snazi;
- Sadrži samo 4 impulsno-širinski modulisana prekidača u prekidačkom mostu 3;
- Potpuna eliminacija ili znatna redukcija gabarita i cene ulaznog filtra 2;
- Potpuna eliminacija ili znatna redukcija gabarita i cene izlaznog filtra 4;
- Znatno smanjenje težine pojačavača, zahvaljujući eliminaciji komponenata;
- Znatno smanjenje dimenzija pojačavača, zahvaljujući eliminaciji komponenata;
- Znatna redukcija konduktivnih EMI smetnji po kablu od potrošača 5 do izvora za napajanje 1;
- Znatna redukcija radijacionih EMI smetnji;
- Povećana efikasnost pojačavača usled eliminacije otpornosti ulaznog filtra 2, izlaznog filtra 4 i smanjene talasnosti struje kroz prekidače u prekidačkom mostu 3;
- Smanjenje generisane toplote i temperature pojačavača;
- Znatno smanjenje potrošnje iz izvora za napajanje, oko 2.5 puta u odnosu na postojeće linearne pojačavače u klasama B i AB;
- Povećanje faktora potiskivanja smetnji po naponu napajanja;
- Smanjenje struje inicijalnog punjenja mostnog kondenzatora 6 i produženje njegovog veka;
- Smanjenje cene Zener diode ili sličnog ograničavača napona i produženje njenog veka;
- Znatno smanjenje cene celog pojačavača (oko 2 puta) u odnosu na postojeće pojačavače u klasi D sa 2 puta manjom rms snagom i 4 puta manjom vršnom snagom, zahvaljujući eliminaciji filtarskih elemenata;
- Drastično smanjenje cene celog pojačavača (oko 10 puta) u odnosu na postojeće linearne pojačavače u klasama A, B i AB sa "boost" konvertorom kao izvorom za napajanje, sa istom rms snagom i 2 puta manjom vršnom snagom, zahvaljujući eliminaciji posebnog izvora za napajanje i hladnjaka, kao i upotrebi manjih izlaznih tranzistora; i
- Mogućnost povećanja izlazne snage čak do 8 puta upotrebom zvučnika manje impedanse od 0.5oma u odnosu na impedansu od 4oma.

Iako su pojedinačna ostvarenja ovog pronalaska objašnjena i ilustrovana, stručnjaci iz ove oblasti mogu izvršiti različite modifikacije i projektovati ekvivalente ovog pronalaska. Na primer, u svrhu poluprovodničkih prekidača se mogu koristiti bilo koje poznate aktivne poluprovodničke komponente, kao što su mosfetovi, IGBT, bipolarni tranzistori, MCT, itd.

Takođe je moguće prikazana ostvarenja ovog pronalaska dopuniti ulaznim filtrom 2 između izvora za napajanje 1 i potrošača 5. Ulazni filter 2 se tipično realizuje na osnovu Slika 5, 6, 7 i 27 prema stanju tehnike, mada su moguće i znatno složenije realizacije. U nekim slučajevima, ulazni filter 2 se može smatrati delom izvora za napajanje 1, na primer, izlazni LC filter prekidačkih i LC ili C filter linearnih izvora za napajanje.

Izvor za napajanje 1 se, umesto između potrošača 5 i donjeg kraja prekidačkog mosta 3, može povezati između gornjeg kraja prekidačkog mosta 3 i potrošača 5, tako da se potrošač 5 može uzemljiti na zajedničkom priključku za sve faze. Moguće je dodati proizvoljan broj faza prekidačkog mosta 3 u slučaju potrošača 5 sa proizvoljnim brojem faza, što ne menja suštinu pronalaska.

Imajući u vidu gore navedeno, namera prijavioca je da se patentni zahtevi interpretiraju tako da obuhvate takve modifikacije i ekvivalente.

PATENTNI ZAHTEV

1. Mostni pojačavač sa podizačem napona, naznačen time,
što je izvor za napajanje (1) povezan na jedno- ili višefazni potrošač (5),
što je pomenuti potrošač (5) povezan na odgovarajući prekidački most (3),

i

što je pomenuti prekidački most (3) povezan na mostni kondenzator (6).

2. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 1, naznačen time,
što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3).

3. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 1, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3).

4. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 1, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak treće faze (53) potrošača (5) povezan na peti priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

~~što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),~~

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je peti aktivan prekidač (35) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i petog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda pete diode (75) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda pete diode (75) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je šesti aktivan prekidač (36) prekidačkog mosta (3) povezan između petog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda šeste diode (76) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda šeste diode (76) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3).

5. Mostni pojačavač sa podizačem napona, naznačen time,
što je izvor za napajanje (1) povezan na jedno- ili višefazni potrošač (5),
što je pomenuti potrošač (5) povezan na odgovarajući izlazni filter (4),
što je pomenuti izlazni filter (4) povezan na odgovarajući prekidački most (3), i

što je pomenuti prekidački most (3) povezan na mostni kondenzator (6).

6. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 5, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5),

~~što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),~~

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na prvi priključak prve filterarske induktivnosti (41),

što je drugi priključak prve filterarske induktivnosti (41) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3).

7. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 5, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41),

što je drugi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42),

što je drugi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

~~što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između~~
prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3).

8. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 5, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41),

što je drugi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42),

što je drugi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak treće faze (53) potrošača (5) povezan na prvi priključak treće filtarske induktivnosti (43),

što je drugi priključak treće filtarske induktivnosti (43) povezan na peti priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je peti aktivan prekidač (35) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i petog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda pete diode (75) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda pete diode (75) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je šesti aktivan prekidač (36) prekidačkog mosta (3) povezan između petog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda šeste diode (76) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda šeste diode (76) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3).

9. Mostni pojačavač sa podizačem napona, naznačen time,

što je izvor za napajanje (1) povezan na jedno- ili višefazni potrošač (5) i mostni kondenzator (6),

što je pomenuti potrošač (5) povezan na odgovarajući prekidački most (3), i

što je pomenuti prekidački most (3) povezan na mostni kondenzator (6).

10. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 9, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3).

11. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 9, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3).

12. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevu 9, naznačen time,

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5), prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5) i drugim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa drugim priključkom prekidačkog mosta (3),

što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak prve faze (51) potrošača (5) povezan na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak druge faze (52) potrošača (5) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi priključak treće faze (53) potrošača (5) povezan na peti priključak prekidačkog mosta (3),

što je prvi aktivan prekidač (31) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i trećeg priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda prve diode (71) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda prve diode (71) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je drugi aktivan prekidač (32) prekidačkog mosta (3) povezan između trećeg i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda druge diode (72) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda druge diode (72) povezana na treći priključak prekidačkog mosta (3),

što je treći aktivan prekidač (33) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i četvrtog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda treće diode (73) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda treće diode (73) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je četvrti aktivan prekidač (34) prekidačkog mosta (3) povezan između četvrtog i drugog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda četvrte diode (74) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda četvrte diode (74) povezana na četvrti priključak prekidačkog mosta (3),

što je peti aktivan prekidač (35) prekidačkog mosta (3) povezan između prvog i petog priključka prekidačkog mosta (3),

što je anoda pete diode (75) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda pete diode (75) povezana na prvi priključak prekidačkog mosta (3),

što je šesti aktivan prekidač (36) prekidačkog mosta (3) povezan između petog i drugog priključka prekidačkog mosta (3), i

što je anoda šeste diode (76) povezana na drugi priključak prekidačkog mosta (3), i što je katoda šeste diode (76) povezana na peti priključak prekidačkog mosta (3).

13. Jednofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5 i 6, naznačen time,

što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81).

14. Dvofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5 i 7, naznačen time,

što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81),

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81),

što je prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na prvi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82).

15. Trofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5 i 8, naznačen time,

što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81),

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81),

što je prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na prvi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82),

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82),

što je prvi priključak treće filtarske induktivnosti (43) povezan na prvi priključak treće filtarske kapacitivnosti (83), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak treće filtarske kapacitivnosti (83).

16. Dvofazni mostni pojačavač prema zahtevima 1, 3, 5, 7, 9, 11 i 14, naznačen time, što

što je treći priključak prekidačkog mosta (3) povezan na prvi priključak filtarskog kondenzatora (91),

što je drugi priključak filtarskog kondenzatora (91) povezan na prvi priključak dodatnog potrošača (92), i

što je drugi priključak dodatnog potrošača (92) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3).

17. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 1 i 2, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

18. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 1 i 3, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

19. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 1 i 4, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

20. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 5 i 6, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

21. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 5 i 7, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

22. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 5 i 8, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

23. Jednofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 9 i 10, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3), i

~~što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).~~

24. Dvofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 9 i 11, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

25. Trofazni mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 9 i 12, naznačen time,

što je drugi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prve faze (51) potrošača (5), prvim priključkom druge faze (52) potrošača (5), prvim priključkom treće faze (53) potrošača (5) i prvim priključkom mostnog kondenzatora (6),

što je prvi priključak izvora za napajanje (1) povezan sa prvim priključkom prekidačkog mosta (3), i

što je drugi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prekidačkog mosta (3).

26. Jednofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5, 6 i 20, naznačen time, što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), i što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81).

27. Dvofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5, 7 i 21, naznačen time, što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), što je prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na prvi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82), i što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82).

28. Trofazni mostni pojačavač prema zahtevima 5, 8 i 22, naznačen time, što je prvi priključak prve filtarske induktivnosti (41) povezan na prvi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak prve filtarske kapacitivnosti (81), što je prvi priključak druge filtarske induktivnosti (42) povezan na prvi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82), što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak druge filtarske kapacitivnosti (82), što je prvi priključak treće filtarske induktivnosti (43) povezan na prvi priključak treće filtarske kapacitivnosti (83), i što je prvi priključak mostnog kondenzatora (6) povezan na drugi priključak treće filtarske kapacitivnosti (83).

29. Dvofazni mostni pojačavač prema zahtevima 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 18, 21, 24 i 27, naznačen time, što je treći priključak prekidačkog mosta (3) povezan na prvi priključak filtarskog kondenzatora (91), što je drugi priključak filtarskog kondenzatora (91) povezan na prvi priključak dodatnog potrošača (92), i što je drugi priključak dodatnog potrošača (92) povezan na četvrti priključak prekidačkog mosta (3).

30. Mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21, 24, 27 i 29, naznačen time, što je potrošač (5) zvučnik sa kalemom sa dva namotaja.

31. Mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 1, 4, 5, 8, 9, 12, 15, 19, 22, 25 i 28, naznačen time, što je potrošač (5) elektromotor sa tri faze.

32. Mostni pojačavač sa podizačem napona prema zahtevima 2 do 4, 6 do 8, 10 do 31, naznačen time, što su svi aktivni prekidači poluprovodnički prekidači, kao što su mosfetovi, IGBT ili bipolarni tranzistori.

PROKIN MILAN
CVETINOVIĆ MILENKO
Punomoćnik,
PATENTNA KANCELARIJA
STAMENKOVIĆ ŽIVKOVIĆ
ZORAN ŽIVKOVIĆ, pat. ing.
11000 BEOGRAD, Đure Salaja 7

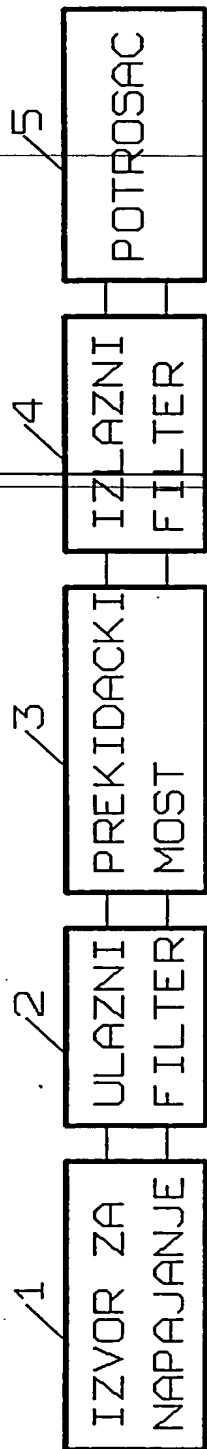
Zoran Živković

APSTRAKT

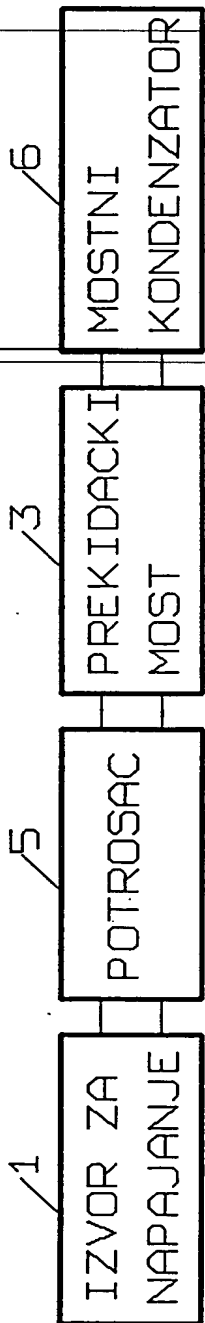
MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

Osnovna razlika između mostnog pojačavača sa podizačem napona prema ovom pronalasku i postojećih pojačavača u klasi D se sastoji u povezivanju potrošača između izvora za napajanje i prekidačkog mosta koji se napaja iz mostnog kondenzatora. Rad prekidačkog mosta kontrolišu impulsno-širinski modulisani kontrolni signali. Pri tome je moguće potpuno eliminisati ulazni i izlazni filter koji su obavezni deo postojećih pojačavača u klasi D. Takođe je omogućeno postizanje višestruko veće snage na potrošaču zahvaljujući dodatnom napajanju prekidačkog mosta iz mostnog kondenzatora. Konduktivne i radijacione EMI smetnje su znatno smanjene u odnosu na postojeće pojačavače u klasi D. Ovakva realizacija omogućava nisku cenu, male gabarite pojačavača i nizak nivo EMI smetnji.

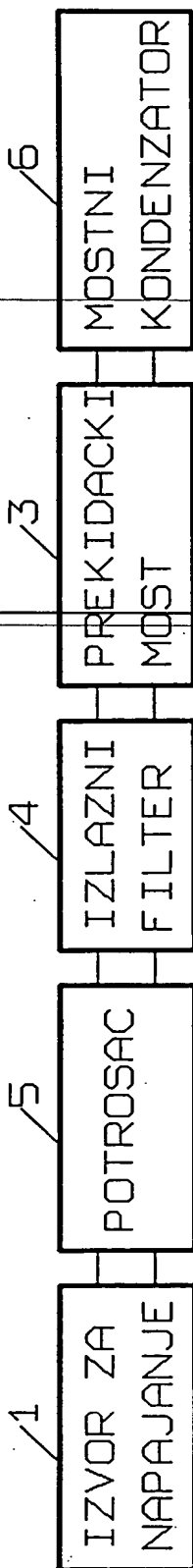
MOSTNI POJACAVAC SA PODIZAČEM NAPONA



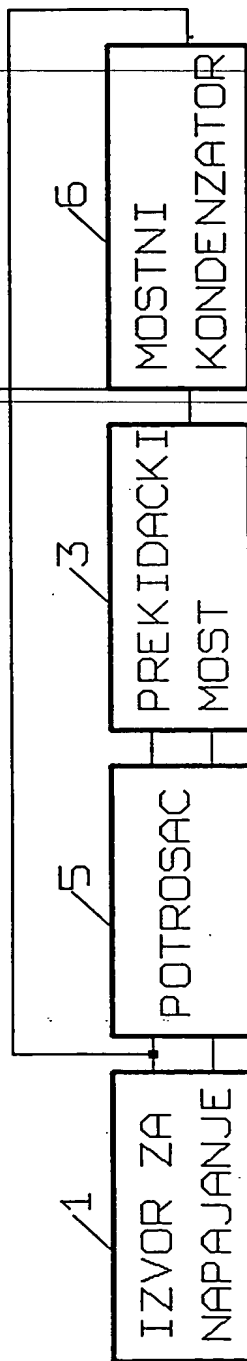
SLIKA 1



SLIKA 2

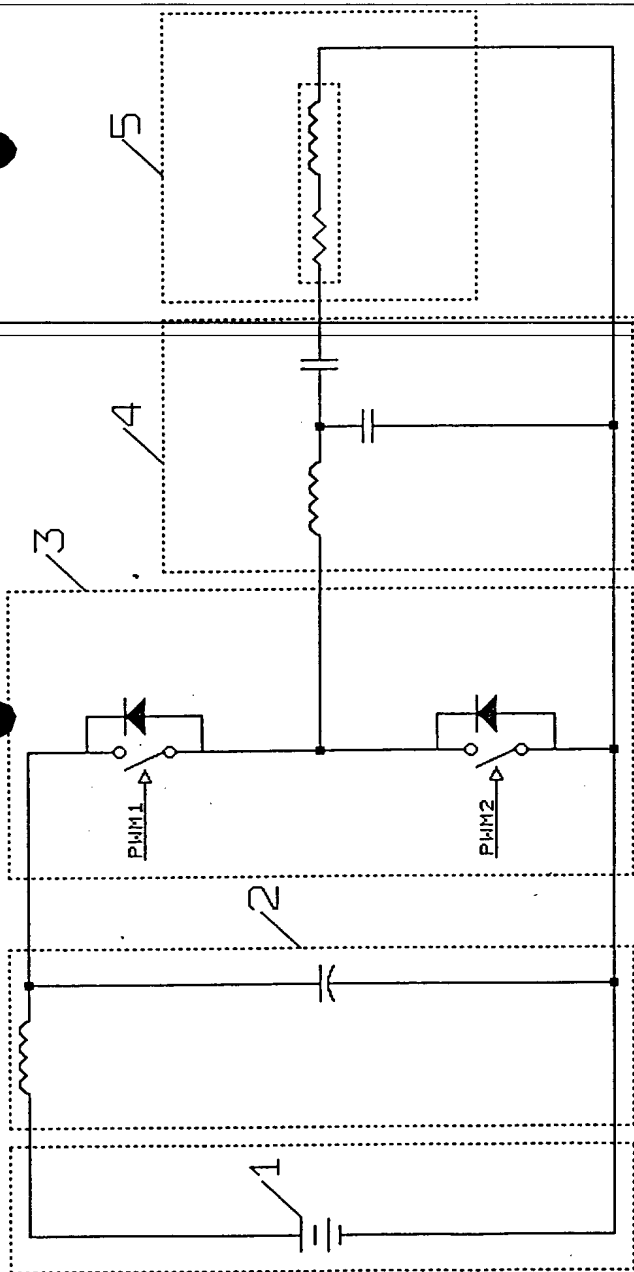


SLIKA 3

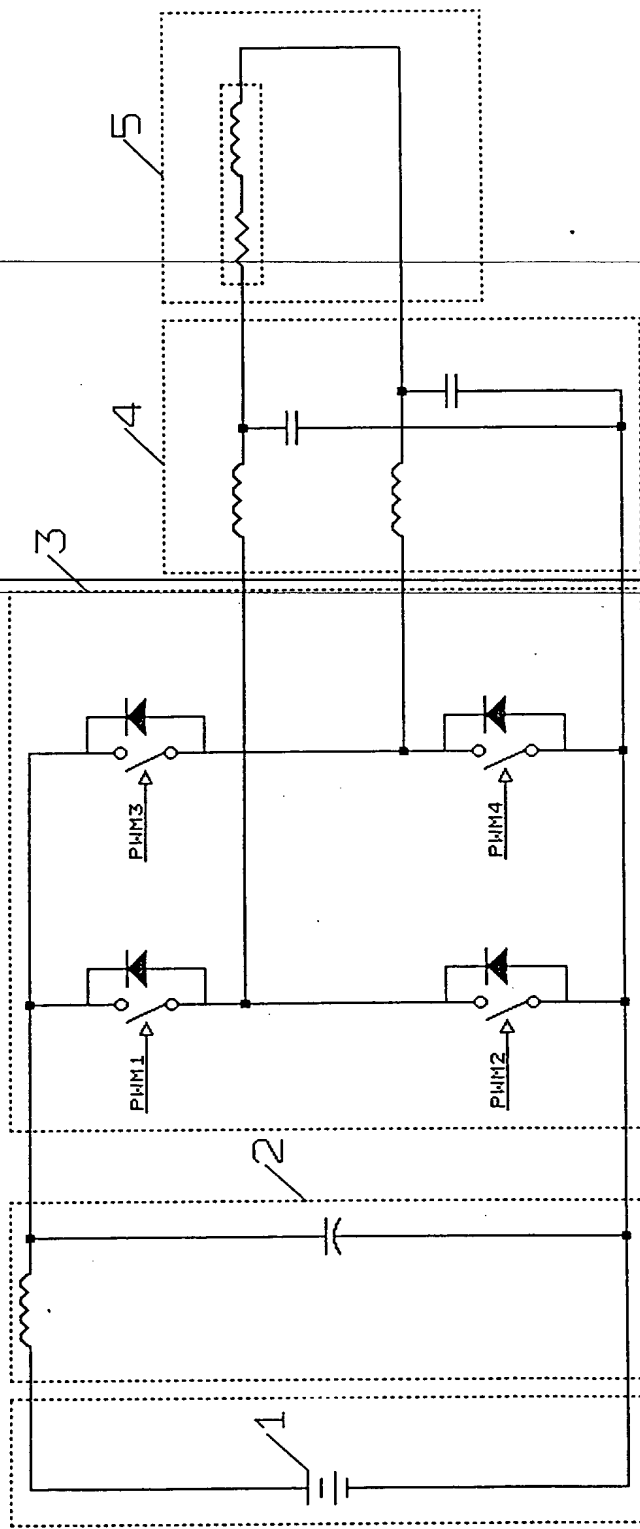


SLIKA 4

MOSTNI POJACAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

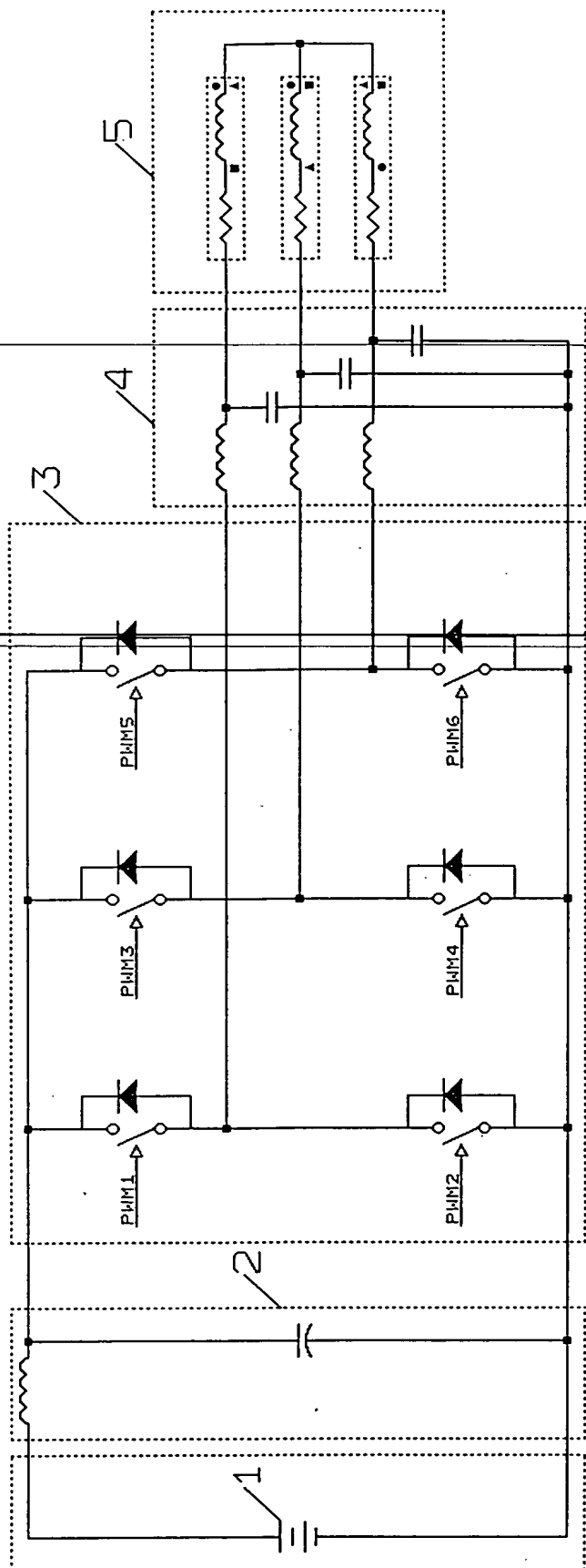


SLIKA 5

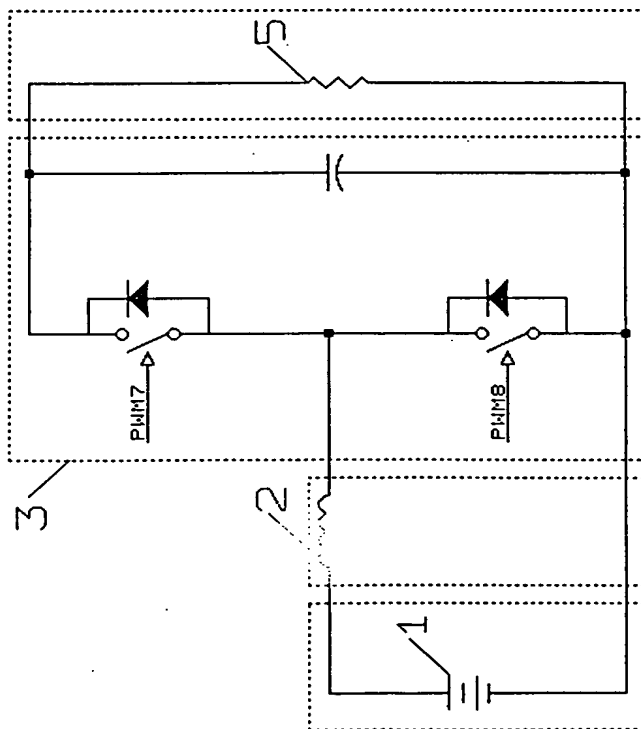


SLIKA 6

MOSTNI POJACAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

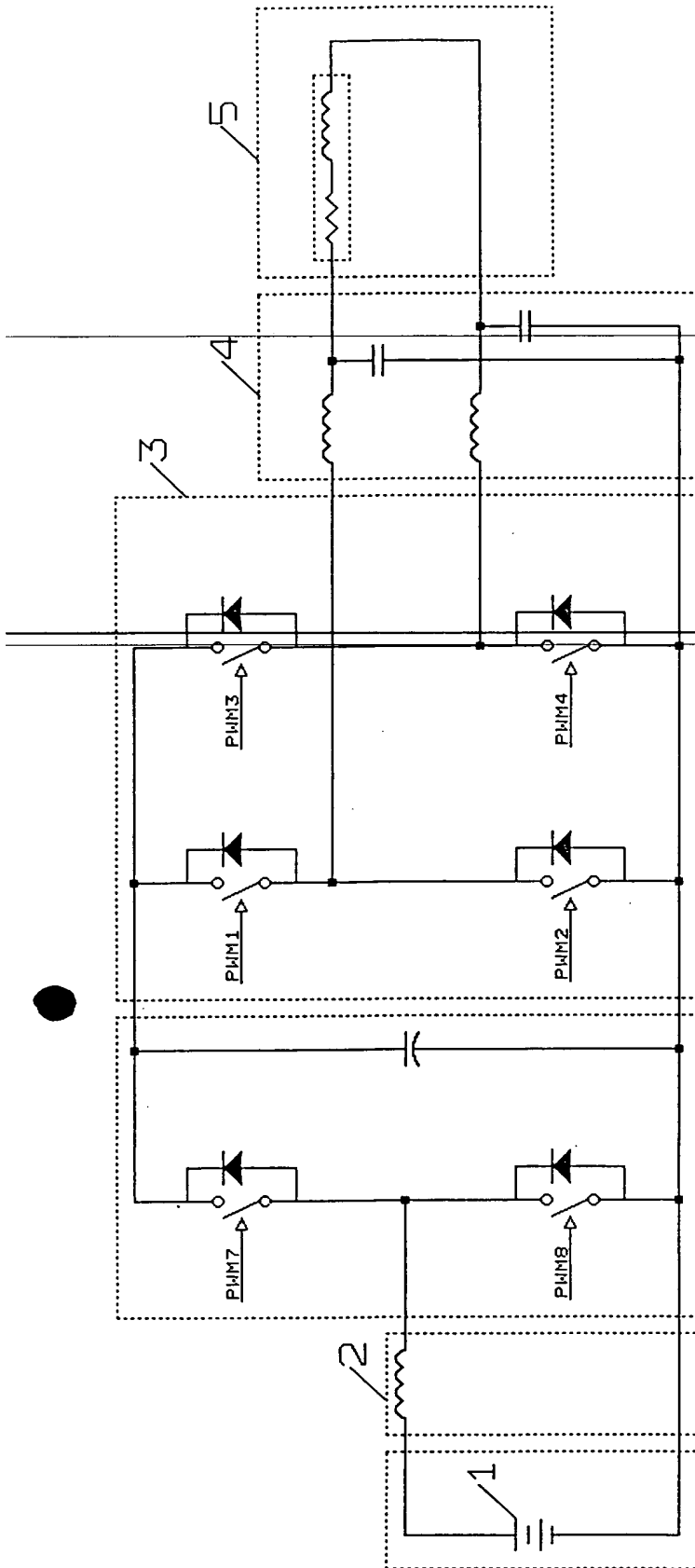


SLIKA 7

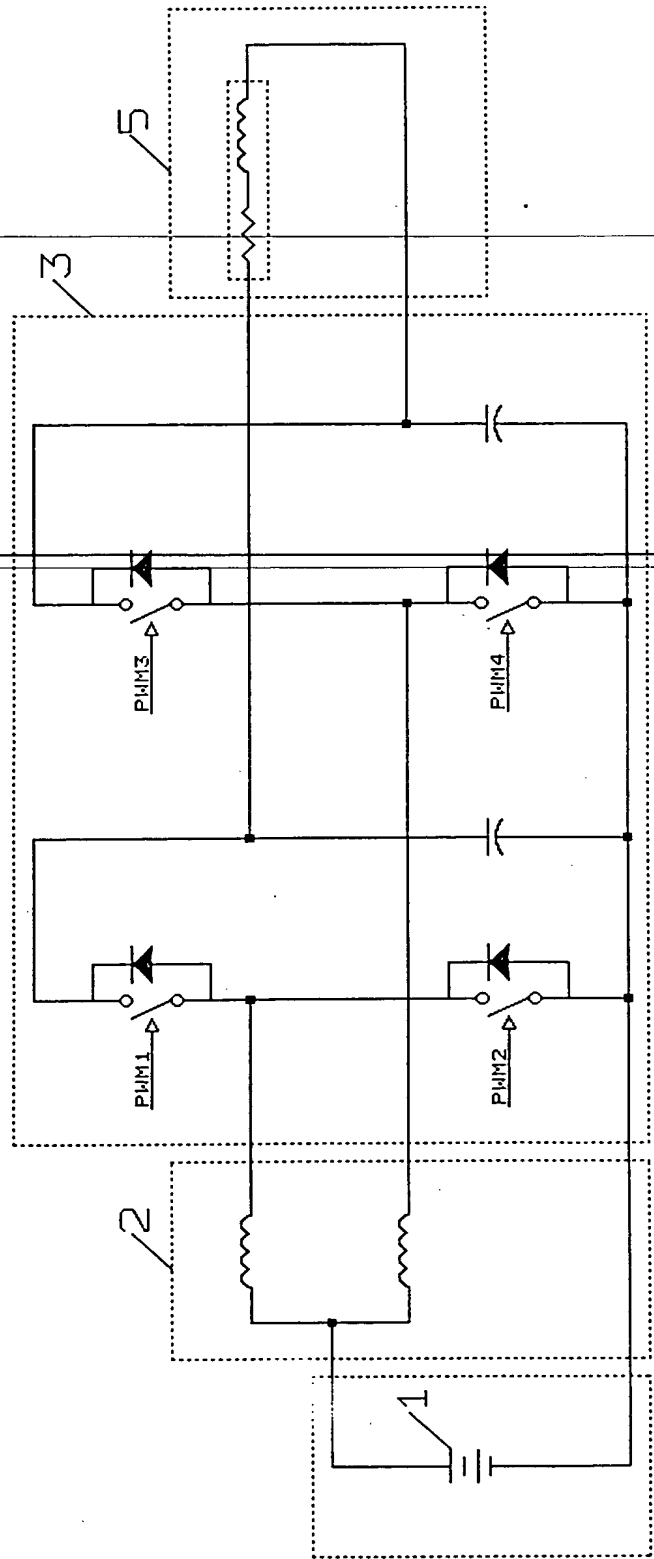


SLIKA 8

MOSTNI POJACAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

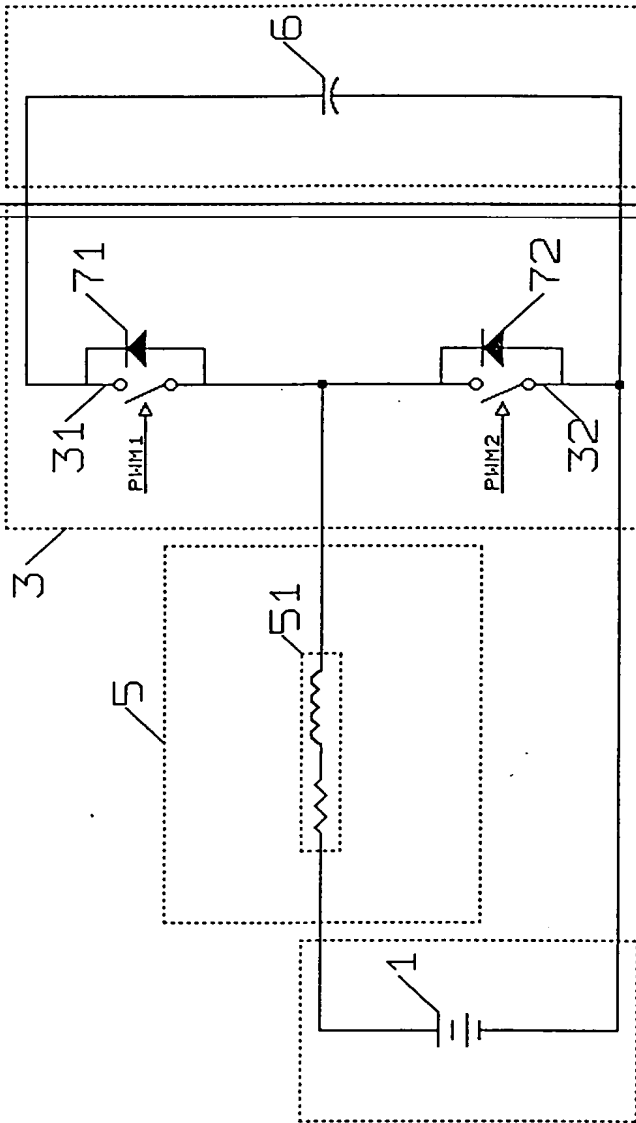


SLIKA 9

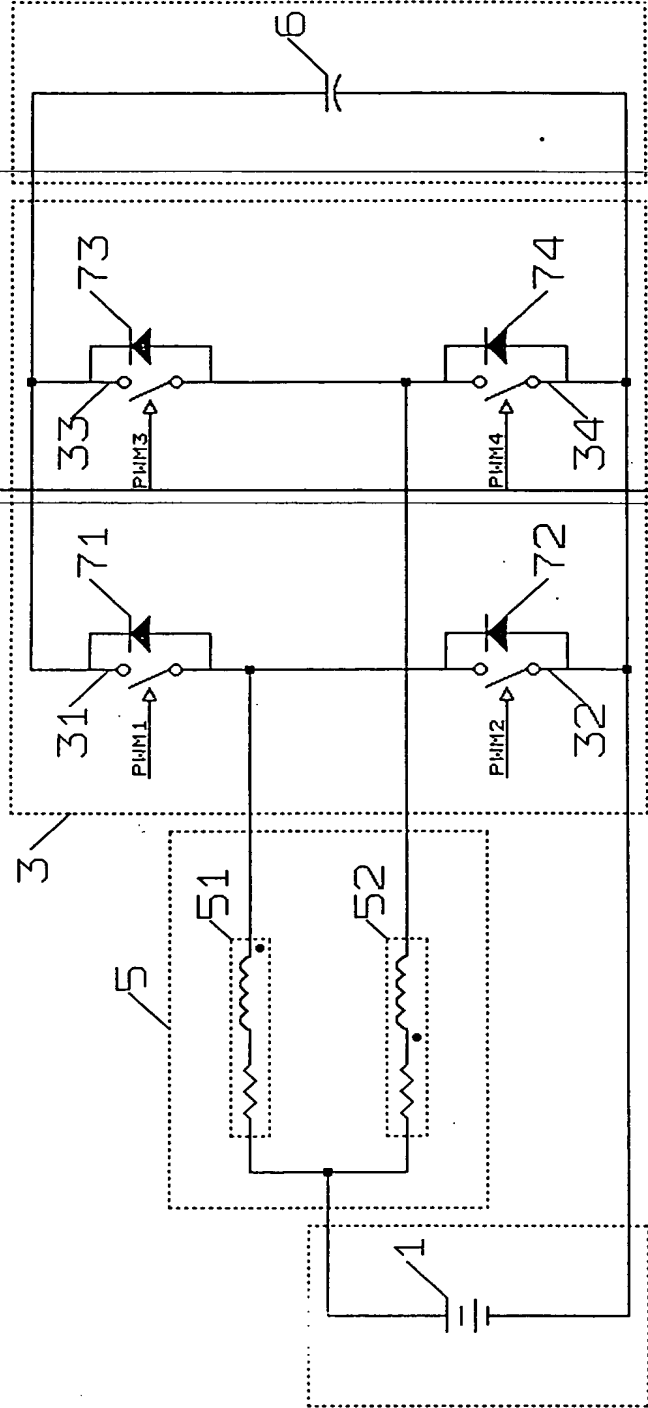


SLIKA 10

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

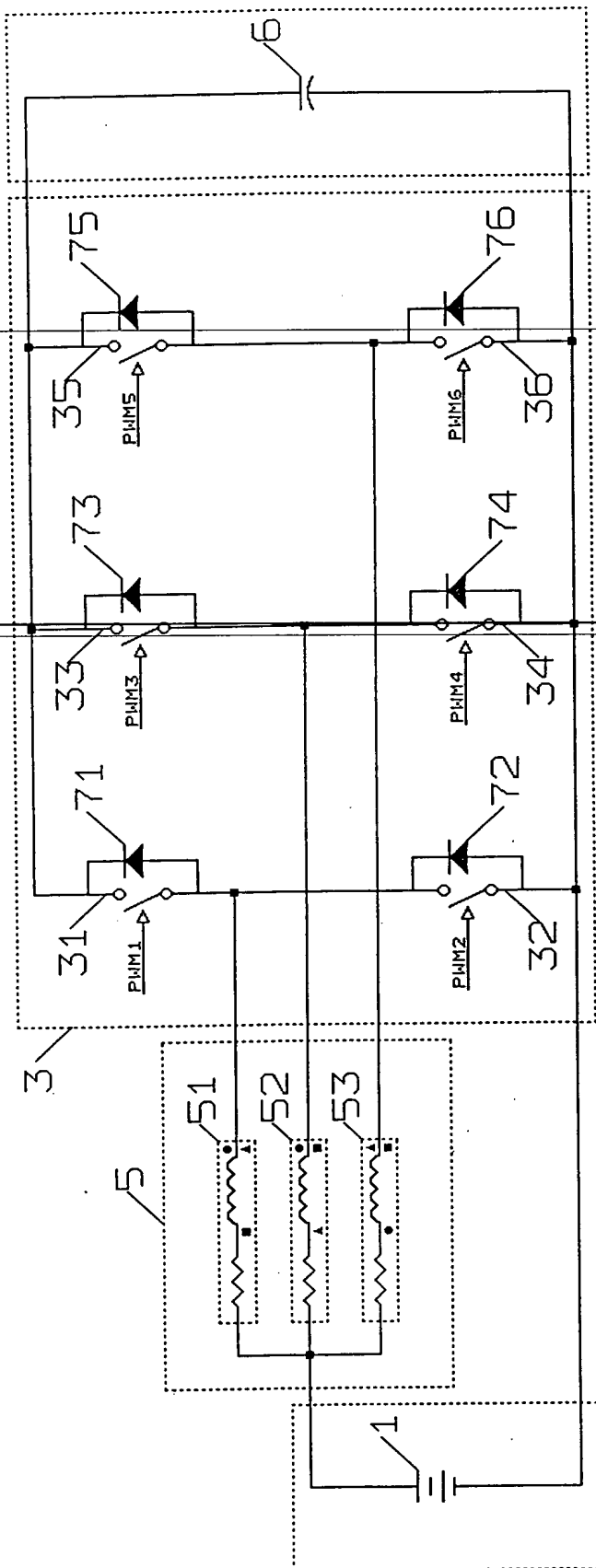


SLIKA 11

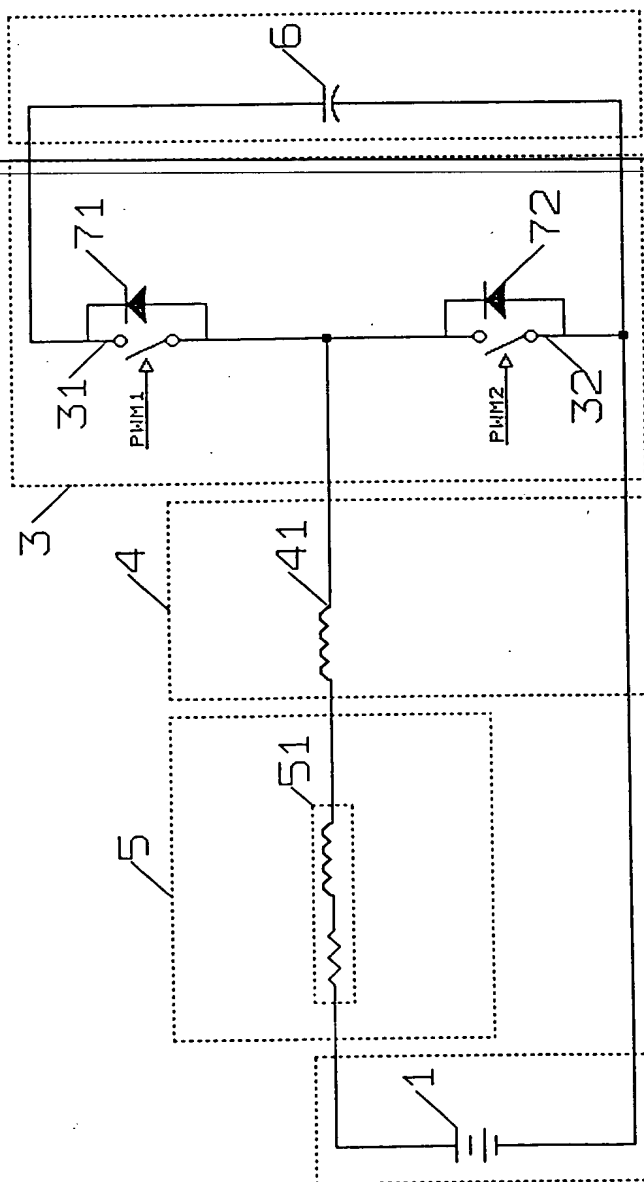


SLIKA 12

MOSTNI POJACAVAC SA PODIZAČEM NAPONA

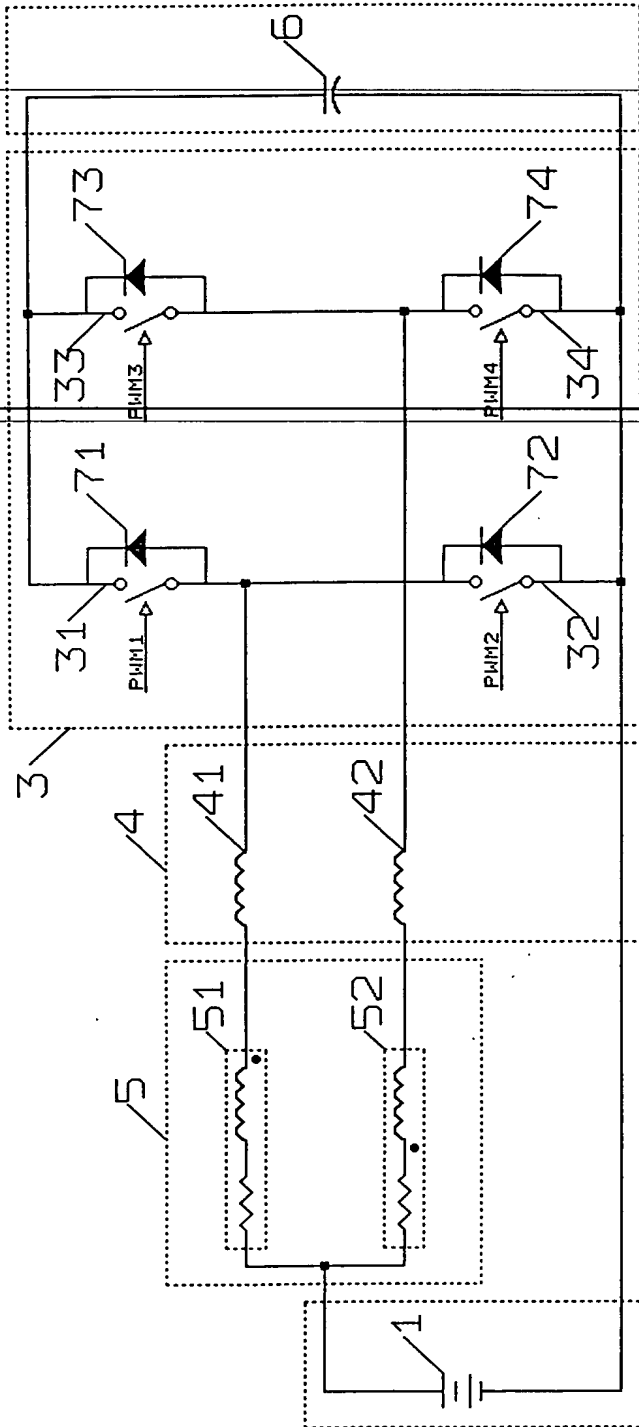


SLIKA 13

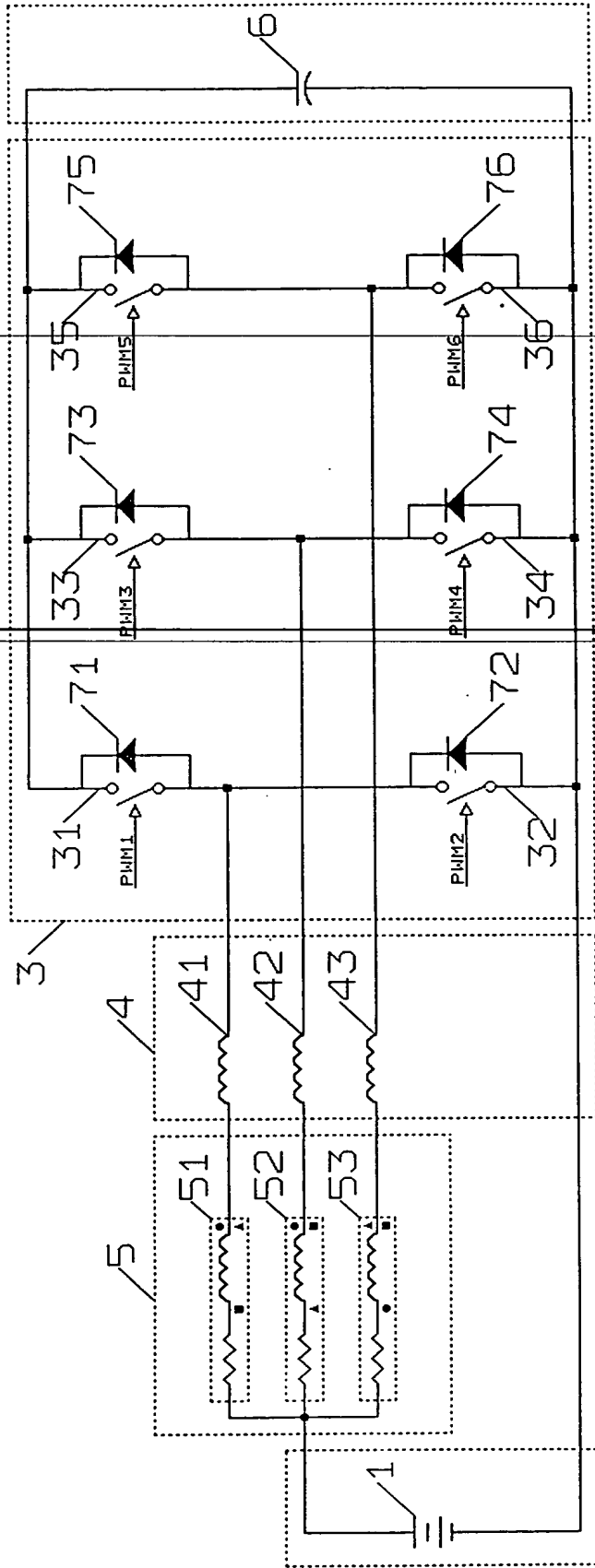


SLIKA 14

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

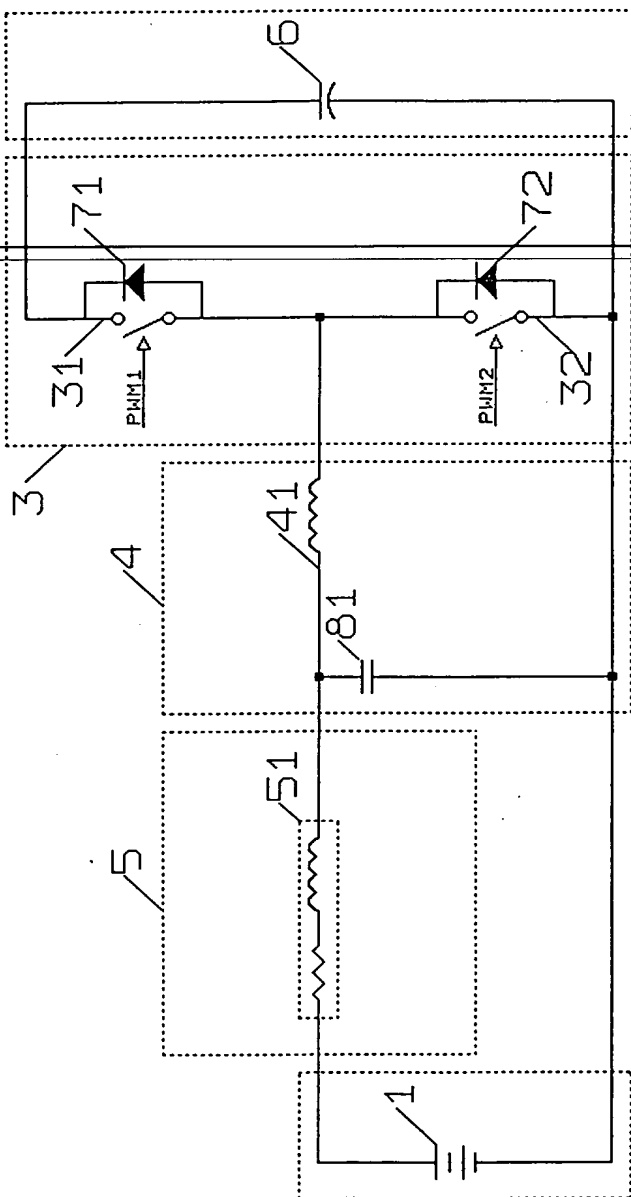


SLIKA 15

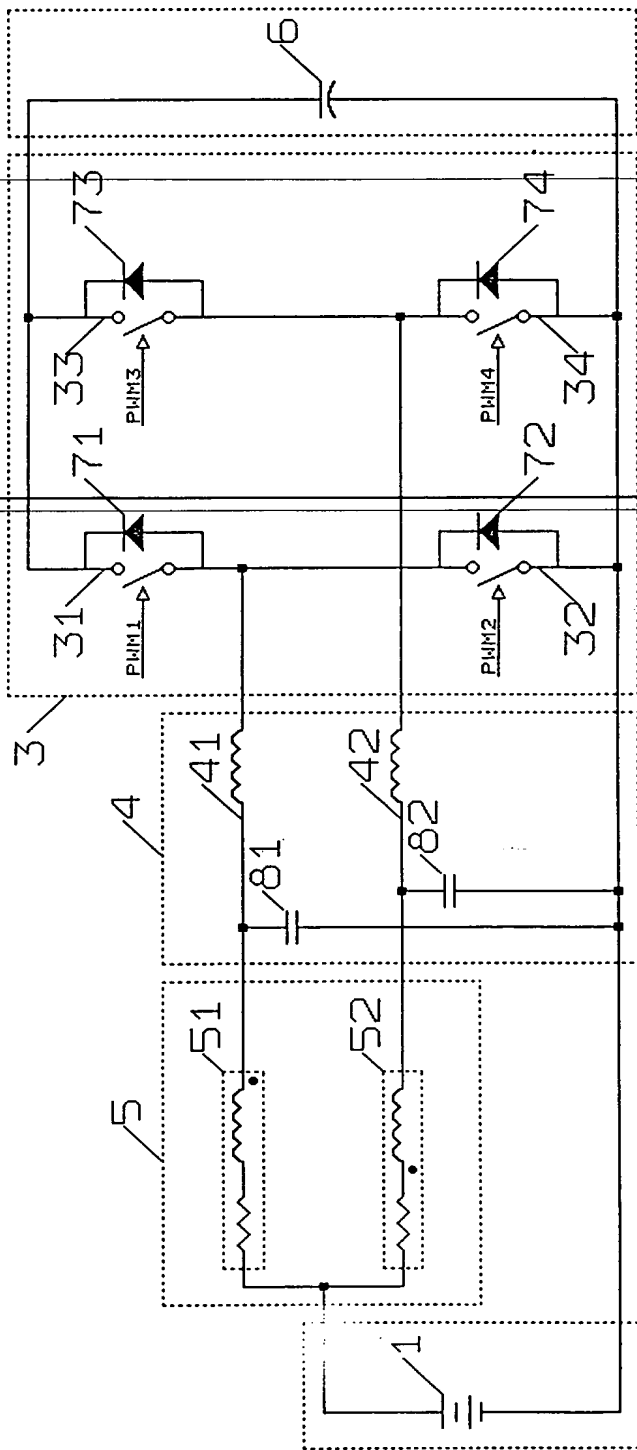


SLIKA 16

MOSTNI POJACAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

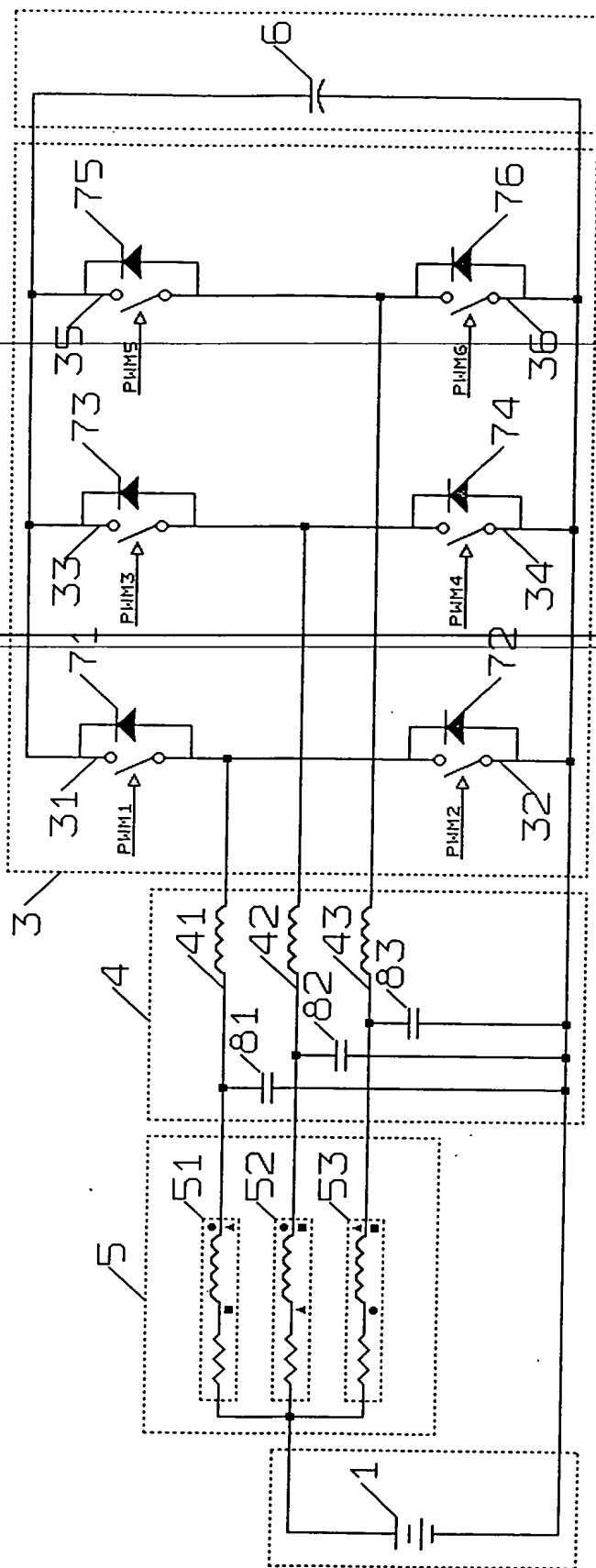


SLIKA 17

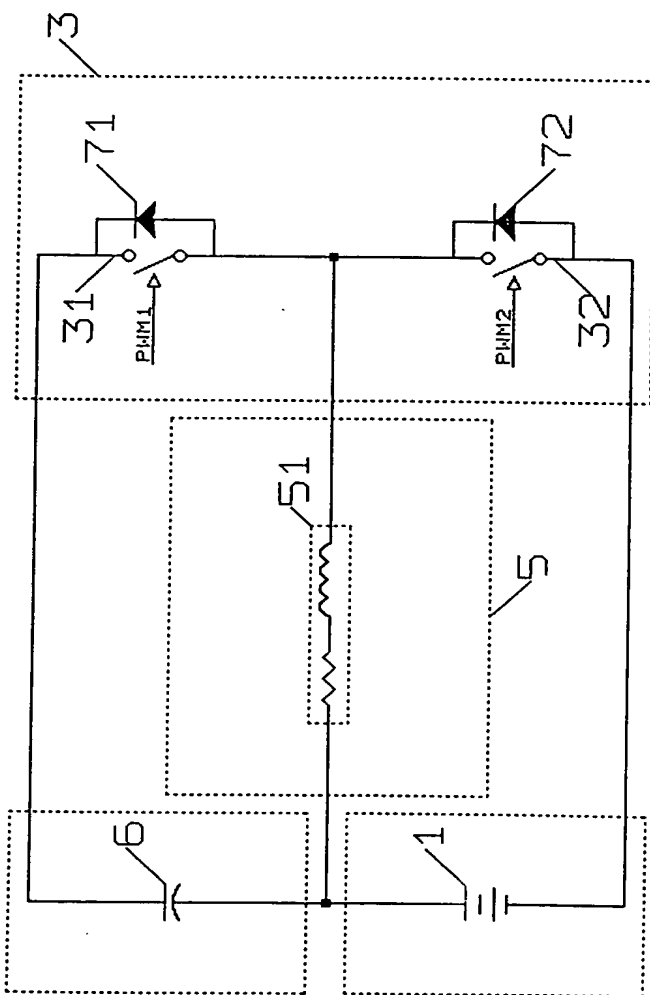


SLIKA 18

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

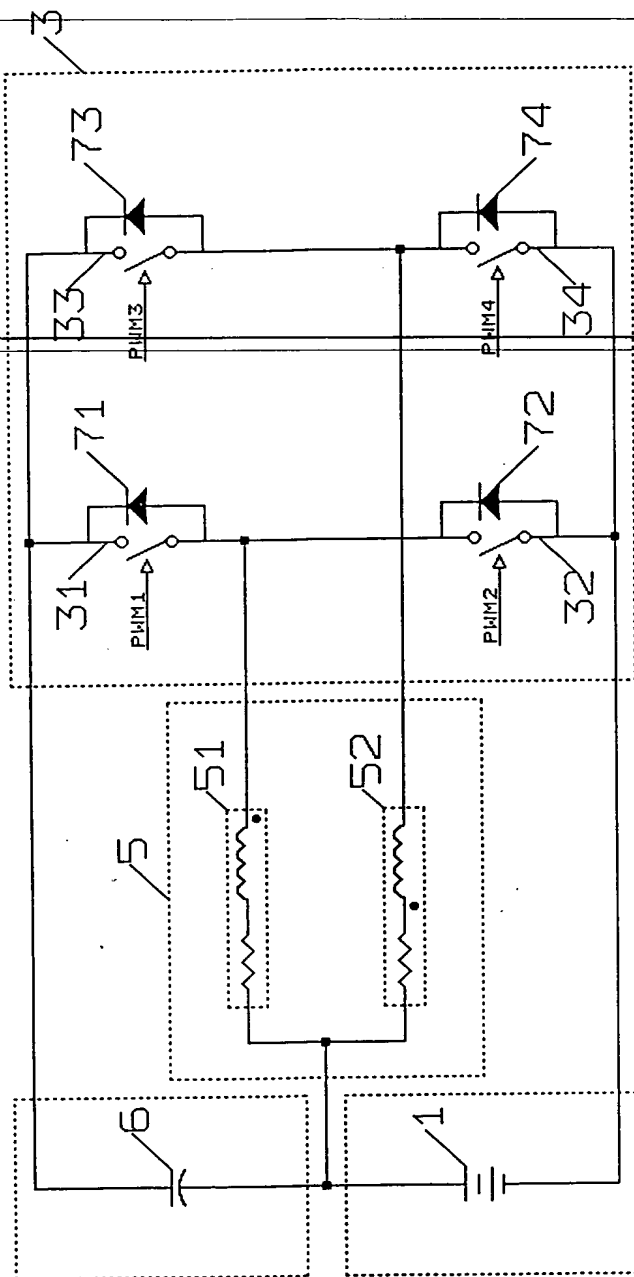


SLIKA 19

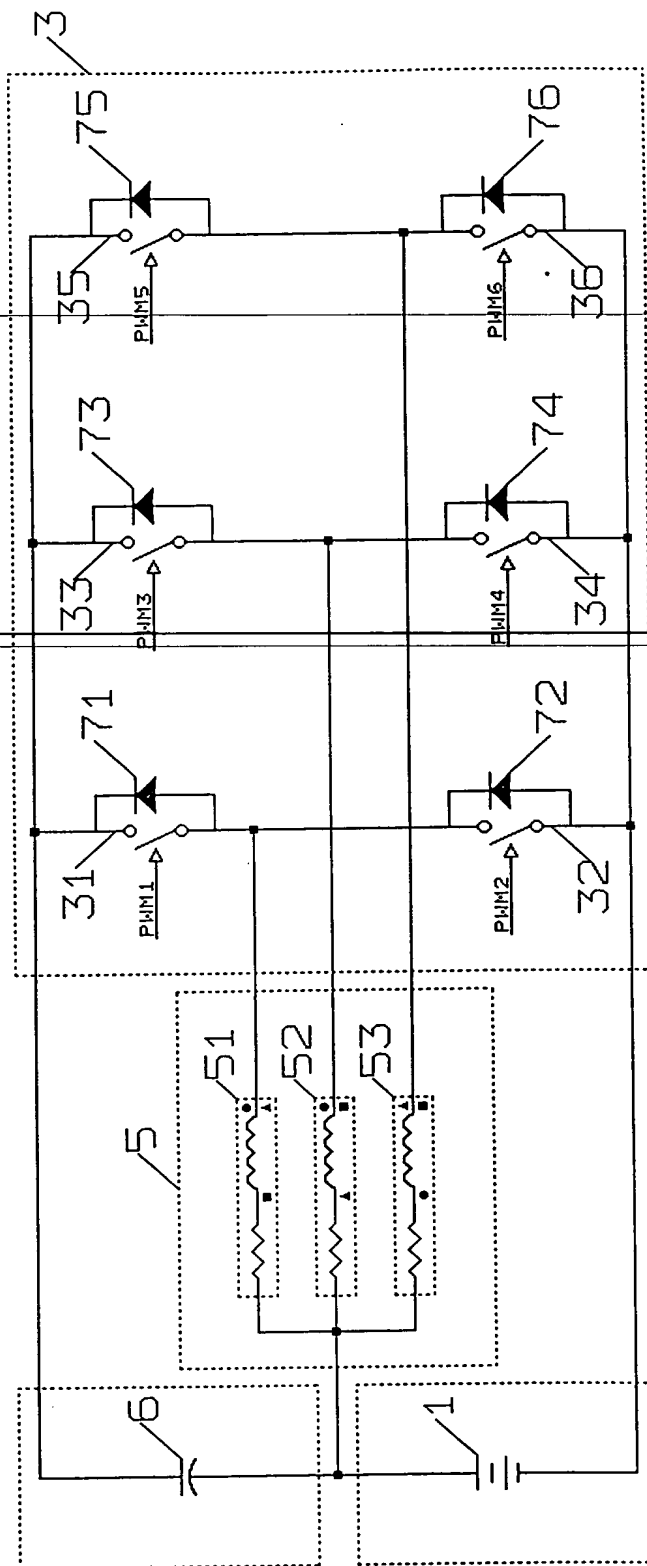


SLIKA 20

MOSTNI POJACAVAC SA PODIZACEM NAPONA

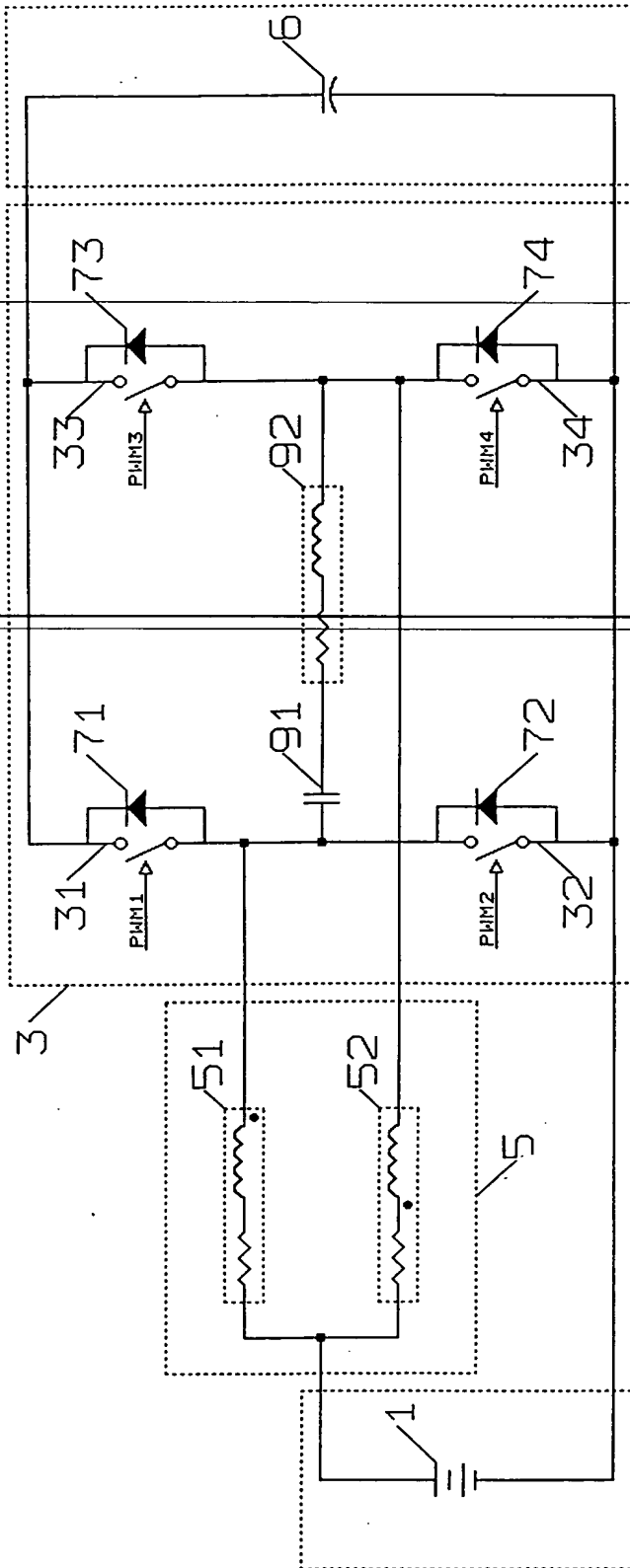


SLIKA 21

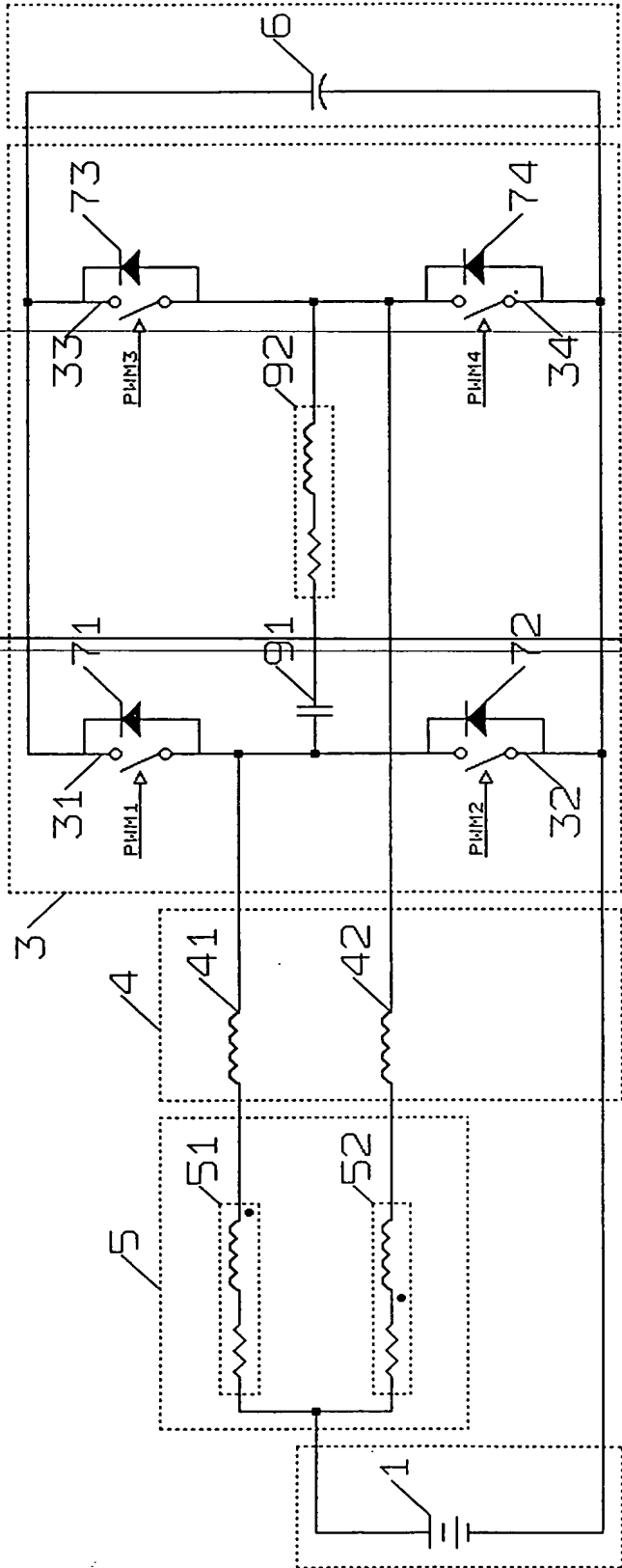


SLIKA 22

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA

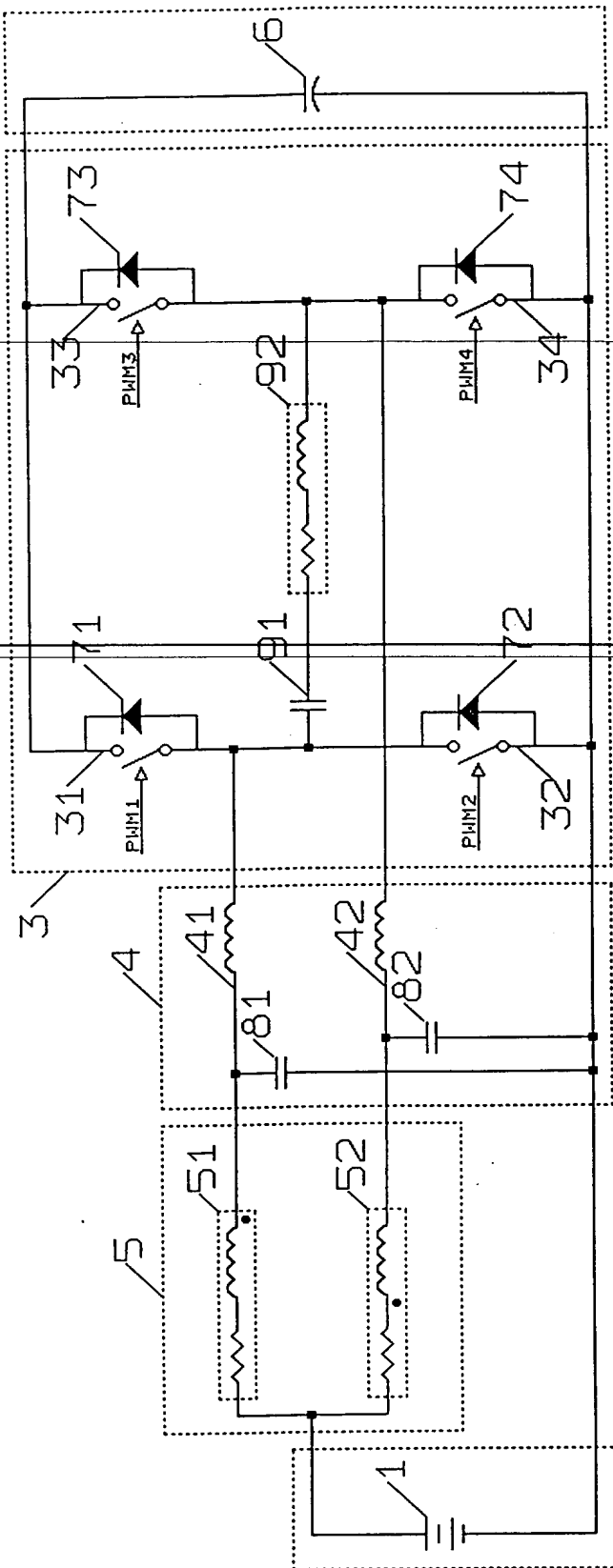


SLIKA 23

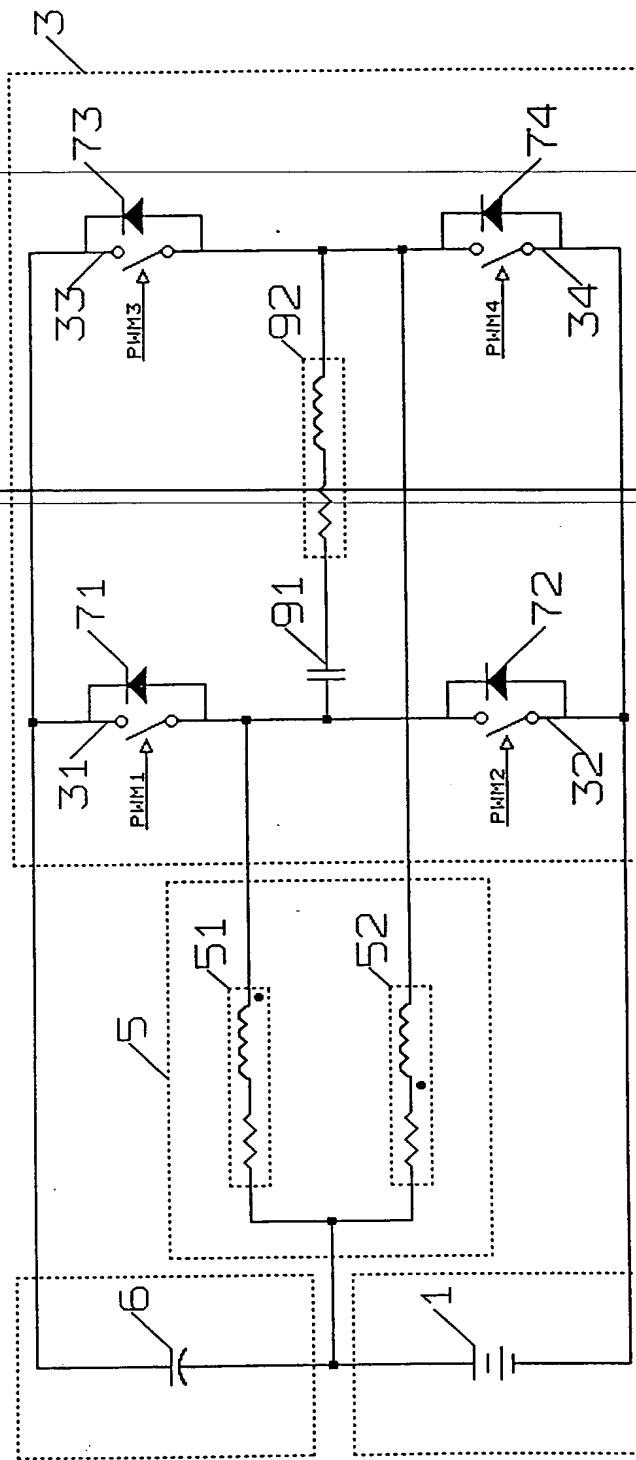


SLIKA 24

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZACEM NAPONA

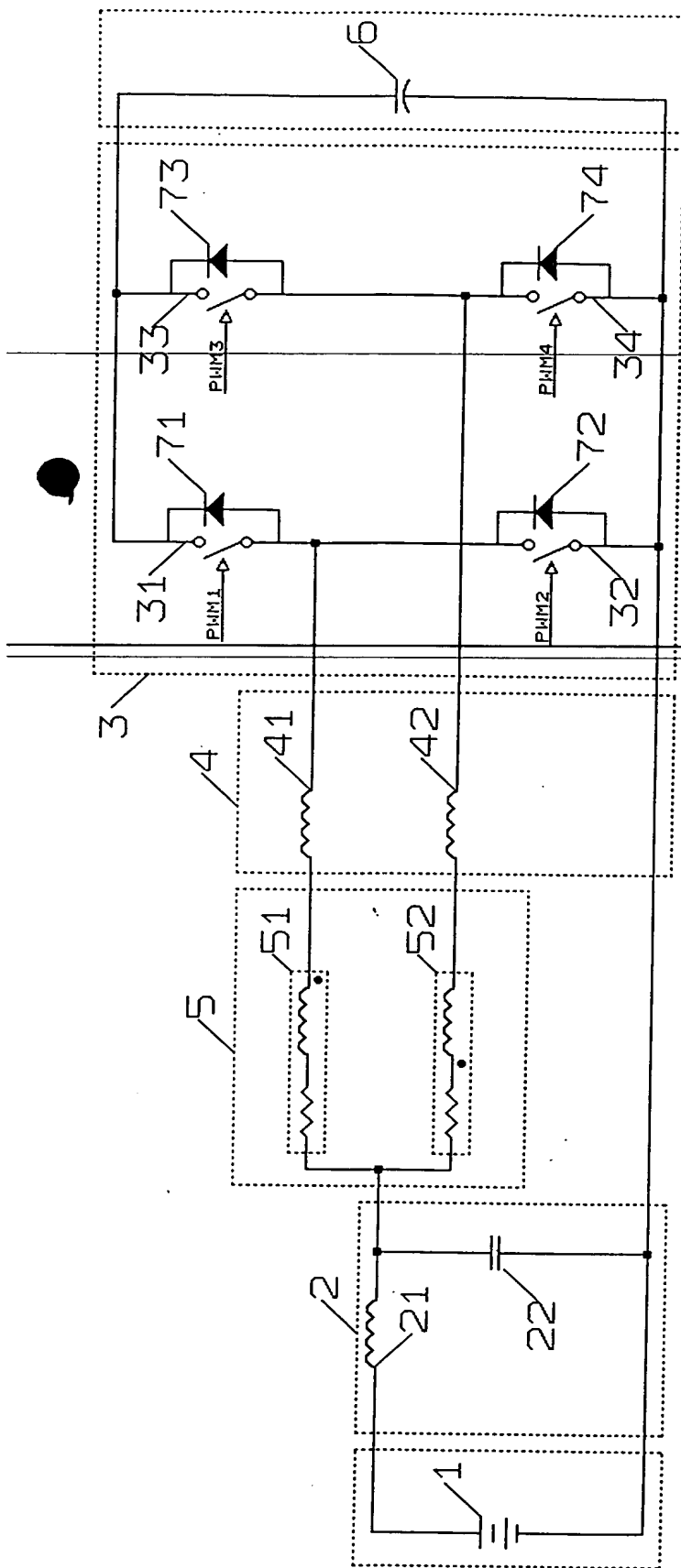


SLIKA 25

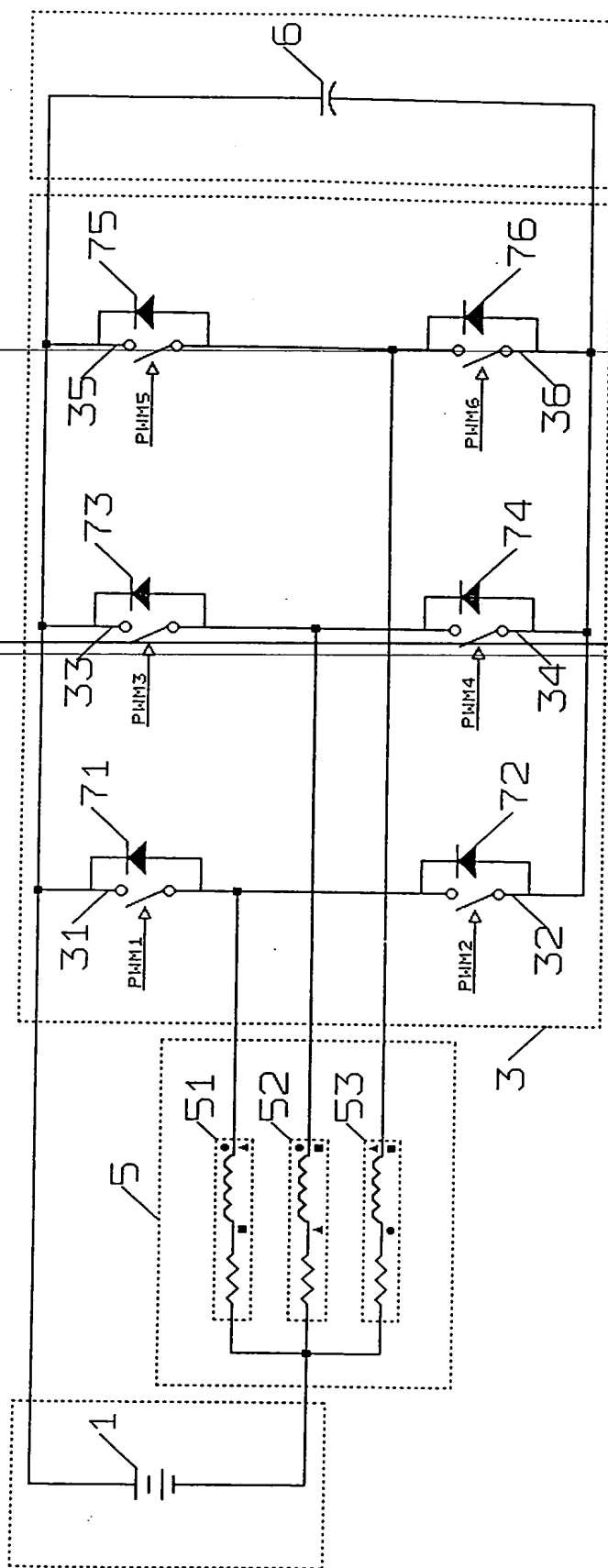


SLIKA 26

MOSTNI POJAČAVAČ SA PODIZAČEM NAPONA



SLIKA 27



SLIKA 28